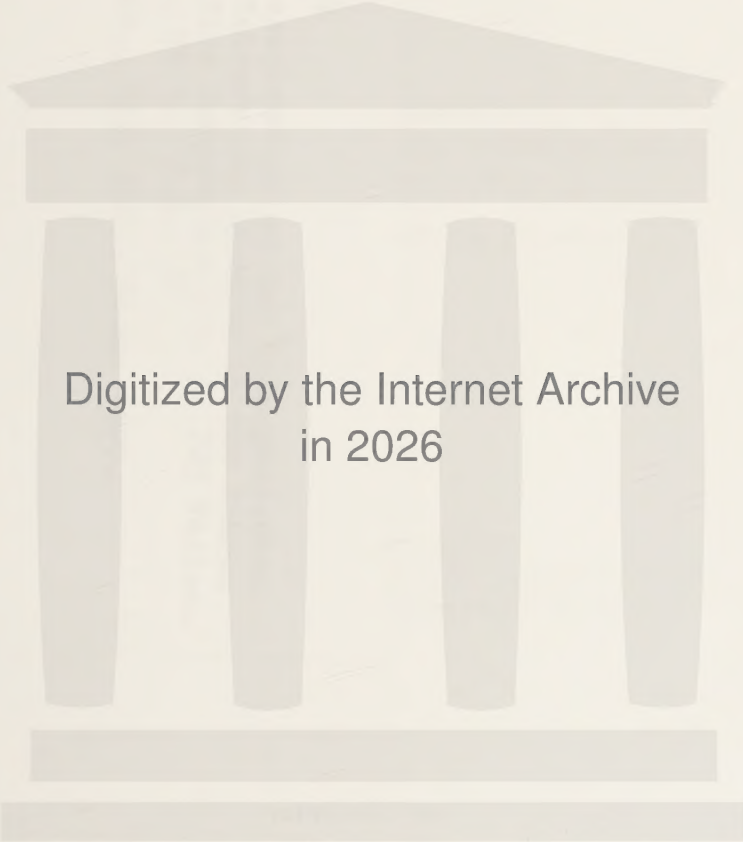


**DIE SKOLIOSENOOPERATION
AN DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
IN DEN JAHREN 1960–1973**

Eine Langzeituntersuchung von 225 Fällen

Ullrich Popp

1977



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555625_0095

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität München
Direktor: Professor Dr.med. A.N. Witt

DIE SKOLIOSENOOPERATION
AN DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
IN DEN JAHREN 1960 - 1973

Eine Langzeituntersuchung von 225 Fällen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ullrich Popp
aus
Harthausen

1977



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. M. Jäger

Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. N. Witt

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 04. Oktober 1977

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Definition der Skoliose	1
3. Einteilung der Skoliose	2
a. osteochondropathische	3
b. neuropathische	5
c. myopathische	5
d. fibropathische	6
e. statische	6
f. idiopathische	7
4. Die operative Behandlung der Skoliose	9
a. Allgemeines	9
b. Operationstechniken	10
c. Operationsalter und Wachstum	12
d. Operationsindikation und Kontraindikation	13
e. Perioperative Maßnahmen	14
f. Die Spondylodese	17
g. Operationsergebnisse	17
5. Die Skoliosenoperation an der Orthopädischen Klinik der Universität München	19
a. Patientengut	19
b. Aufnahmetechnik und Meßmethode	19
c. Diagnosestellung	20
d. Lebensalter und Indikation zur Operation	21
e. Operationsvorbehandlung	22
f. Operationsverfahren	27
g. Operationsnachbehandlung	28
6. Auswertung der Untersuchungsergebnisse	29
A. Korrekturergebnisse mit Aufschlüsselung	29
a. am Gesamtmaterial	29
b. an idiopathischen Skoliosen	35

c. an Lähmungsskoliosen	38
d. an congenitalen Skoliosen	39
e. in bezug auf die Ätiologie	40
f. an rechtskonvexen idiopathischen Thorakalskoliosen	41
g. in Abhängigkeit von der Krümmungsverteilung	46
h. Zeitpunkt des Wachstumsabschlusses	48
i. im Vergleich zu den Erhebungen am Gesamtmaterial der DGOT	48
B. Komplikationen	49
a. Allgemein	49
b. Pseudarthrosen	52
7. Diskussion	54
8. Zusammenfassung	62
9. Literaturverzeichnis	63
10. Anmerkungen	77

1. Einleitung

Nachdem man über 30 Jahre Erfahrung mit der operativen Behandlung der Skoliose sammeln konnte, war die Zeit reif, die bisher angewandte operative Skoliosetherapie auf breiter Basis zu sichten und zu vergleichen. So wurde in einer multizentrischen Gemeinschaftserhebung von 17 orthopädischen Kliniken versucht, an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen retrospektiv Ergebnisse aufzuzeigen und als Diskussionsgrundlage für eine konsequente optimale Behandlung zur Verfügung zu stellen.

Die Orthopädische Klinik München beteiligte sich mit Erhebungen an 225 skolioseoperierten Patienten an der Gemeinschaftsuntersuchung.

Die vorliegende Arbeit soll am untersuchten Münchner Krankengut die bisher an unserer Klinik angewandten Versteifungsmethoden der Wirbelsäule aufzeigen. Es wird auf die prä- und postoperative Phase, auf Komplikationen und auf Behandlungsergebnisse eingegangen werden.

Die Gegenüberstellung von Erfolgen verschiedener Behandlungsmethoden soll für die zukünftige Therapie Hilfe bieten.

2. Definition der Skoliose

Eine fixierte, also auch in Narkose nicht ausgleichbare Seitverbiegung der Wirbelsäule bezeichnet man als Skoliose. Dabei kann das Gesamtorgan Wirbelsäule sowie der Einzelwirbel mehr oder weniger stark deformiert sein. Die Wirbelsäule ist zum Scheitelpunkt ihrer Krümmung zunehmend um ihre Längsachse rotiert, wobei sich die Dornfortsätze zur Konkavität der Krümmung, die Wirbelkörper zur Konvexität drehen. Eine stärkere seitliche Ausbiegung der Wirbelkörper im Gegensatz zu den Processus spinosi ist die Folge. Betrachtet man den einzelnen Wirbel, so ist dieser, je mehr er sich dem Krümmungsscheitel nähert, zunehmend um seine vertikale Achse gedreht. Die ungleiche Druckverteilung verformt den Wirbelkörper keilförmig. Ebenso verformen sich die Disci

intervertebrales. Die kleinen Wirbelgelenke erfahren hauptsächlich auf der Konkavseite eine Deformierung und verlagern sich nach medial.

Bei der Torsion der Wirbelkörper, die mit der Lateralflexion der Wirbelsäule einhergeht, ergibt sich eine Verdrehung des Thorax, gleichlaufend mit der Torsion, da Querfortsätze und Rippen die Wirbelverdrehung zwangsläufig mitmachen. Es kommt dorsal konvexseitig und ventral konkavseitig zum Rippenbuckel. Der Rippenbuckel kann infolge der Verdrehung des Brustkorbes nach dorsal so stark werden, daß er beim aufrecht stehenden Menschen den Anschein einer Kyphosierung der Wirbelsäule erweckt. Man spricht dann oft fälschlicherweise von einer Kyphoskoliose, obwohl die Wirbelsäule nicht kyphosiert ist (KAISER 1967). Im Lendenbereich kommt es durch das Hervortreten der Rückenstreckmuskulatur zum Lendenwulst.

Nach der Form werden einfache c-förmige sowie S- und Trippelskoliosen unterschieden. Der Ätiologie nach läßt die kurzbogige Skoliose auf ein örtliches Geschehen schließen, während die langbogige Skoliose immer auf gestörte Statik weist. Bei zusammengesetzten Skoliosen unterscheidet man die primäre von den sekundären Krümmungen. Während angeborene oder erworbene Faktoren für die Primärkrümmung ursächlich verantwortlich sind, versuchen die sekundären Verkrümmungen funktionell auszugleichen, das heißt, den Kopf in das Lot über dem Becken zu stellen. Bekannt wird die primäre Krümmung an der stärkeren strukturellen Veränderung, der meist deutlicheren Ausprägung und der schlechteren Aufrichtung bei passiver Extension und Umkrümmung.

3. Einteilung der Skoliose

P.F. MATZEN (1961) unterscheidet nach funktionellen Gesichtspunkten drei Gruppen von seitlichen Wirbelsäulenverbiegungen:

1. **Haltungsfehler:** Es finden sich noch keine Veränderungen der Wirbelkörper und der Weichteile. Aktiv ist die Verbiegung vollkommen ausgleichbar.
2. **Stellungsfehler:** Die Verbiegungen sind ausgeprägter, aktiv kann der Kranke seine Wirbelsäule nicht mehr aufrichten. Mit passiver Hilfe ist ein Ausgleich noch möglich.
3. **Formfehler:** Bei noch stärker gewordener Verbiegung haben sich die Weichteile auf einer Seite verkürzt, die Wirbelkörper sind deformiert. Der Ausgleich ist nur mit intensiven konservativen oder operativen Maßnahmen möglich.

Der Ätiologie nach teilt SCHEIER (1974) in folgende Gruppen ein: Osteochondropathische, neuropathische, myopathische, fibropathische, statische und idiopathische Skoliosen.

a. Osteochondropathische Skoliosen

Die größte Bedeutung in dieser Gruppe kommt den angeborenen Fehlbildungen der Wirbelkörper und -bögen in Kombination mit angeborenen Weichteilkontrakturen, der sogenannten kongenitalen Skoliose, zu.

Bei den kongenitalen Anomalien der Wirbel handelt es sich um Halbwirbel, Verschmelzung von Wirbelkörpern und Wirbelbögen, Bogenspalten u.a. Diese Mißbildungen treten einzeln oder multipel in verschiedenen Kombinationen auf. Die Vielgestaltigkeit der Fehlbildungen macht die Prognose der kongenitalen Skoliose ungewiß.

Durch unmittelbaren Einfluß anderer, der Wirbelsäule benachbarter Skelettanteile kann es gleichfalls zu kongenitalen Skoliosen kommen. In diesem Zusammenhang ist an muskulären Schiefhals, an-

geborene Beckenverdrehung, Halsrippe, Rippensynostose und Schulterblattzacke zu denken (KAISER 1967).

Der pathogenetisch entscheidende Faktor für die Verschlimmerung des Mißbildungsbereiches ist der Stabilitätsverlust der Wirbelsäule, asymmetrische Synostosen von Wirbelkörper und Wirbelbogen, einseitiges Fehlen von knorpeligen Grund- und Deckplatten und eventuell eine einseitig angeborene Störung der Gefäßversorgung (SCHEIER 1967).

Da Skoliosen sich gehäuft bei den epiphysären generalisierten enchondralen Dysostosen, das heißt, beim Wirbelsäulen- und Gelenkdysplastiker, finden, legt H. MAU (1960) auch anderen Skoliosegruppen eine dysostotische Komponente zugrunde.

Seinen Ausführungen nach dürfte die dysostotische Ätiologie mindestens ein Drittel aller idiopathischen Skoliosen umfassen und auch oft den jeweiligen Kyphoskoliosen zugrunde liegen.

Die Osteogenesis imperfecta läßt durch die Verminderung der Stabilität der Wirbelkörper entstehende Skoliosen beobachten.

Auch bei der Osteochondropathia deformans juvenilis dorsi (SCHEUERMANN), einer aseptischen Nekrose der Wirbelgrund- und Deckplatten, kommt es bisweilen zur Ausbildung einer Skoliose.

Bei der Skoliose infolge der Neurofibromatosis Recklinghausen ist eine Minderwertigkeit der mesodermalen Wirbelsäulenanlage unter dem postpartalen Einfluß endokriner Störungen verantwortlich (JENTSCHURA 1952).

Meist mit einer Kyphosierung verbunden, zeigen derartige Skoliosen eine auffallende Progredienz. Sie exacerbieren nicht selten in der Pubertät und haben wegen der häufig auftretenden Lähmungen eine schlechte Prognose. Zu dem osteochondropathischen Kreis gehören noch Skoliosen, die sekundär nach Traumen, bei Osteoporose, Osteomalacie, Tumoren, Infektionen oder Röntgenbestrahlungen im Wachstumsalter auftreten können.

b. Neuropathische Skoliosen

Cerebrale und medulläre Schädigungen sind hier aufzuführen. Es kann sowohl bei spastischen als auch bei schlaffen Lähmungen zu einer Skoliose kommen, wenn ein Teil der Rückenstrecker gelähmt oder zu stark innerviert ist.

Eine Verkrümmung im Bereich der oberen Brustwirbelsäule finden wir oft bei der spastischen Hemiplegie mit vorwiegender Beteiligung des Armes. Zur Lokalisation im Lendenbereich kommt es bei Hüftbeugekontrakturen. Der Torticollis spasticus als Folge einer extrapyramidalen Störung bei Erwachsenen bewirkt entsprechende Veränderungen an der Halswirbelsäule. Auch sind Skoliosen bei spinocerebellarer Heredoataxie (FRIEDREICH) beschrieben. Eine spina bifida occulta bei Myelodysplasie kann ebenfalls zur Entstehung einer seitlichen Wirbelsäulenverkrümmung beitragen. Das größte Kontingent an Skoliosen mit neuropathischer Genese stellt jedoch zweifellos die Poliomyelitis. Durch einseitige schlaffe Lähmungen im Bereich der Rückenstreckmuskulatur biegt sich die Wirbelsäule nach einer Seite, wobei ein Ausfall der Bauchmuskulatur wesentlich beteiligt ist.

Die Lähmungsskoliose ist meist großbogig und weist in der Regel einen starken Überhang nach einer Seite auf. Sie ist oft erheblich torquierte und neigt in der Pubertät zur Progredienz mit schwersten Deformierungen. Nach SCHEIER (1967) ist die paralytische Skoliose um so bösartiger, je rascher sie der Lähmung folgt. Ihr Ausmaß ist abhängig vom Umfang und Schweregrad der bestehenden Paralyse.

c. Myopathische Skoliosen

COBB (1948) und SCHEIER (1974) teilen Skoliosen nach primären und sekundären Myopathien sowie nach Muskeldefekten einer eigenen Gruppe zu.

Dabei kommt den verschiedenen angeborenen Muskeldefekten und Muskelaplasien eine größere Bedeutung zu als den Formen der Muskeldystrophie.

d. Fibropathische Skoliosen

Hierher gehören die zikatriziellen Verbiegungen, die durch Schrumpfungsprozesse einer Thoraxhälfte nach Rippenresektion und Thorakoplastik entstehen. Pleuraschwarten nach Rippenfellentzündungen oder Pneumothoraxbehandlungen können Ursache dieses Skoliosentypus sein. Systemerkrankungen, die das Mesenchym schwächen, wie zum Beispiel das Ehlers Danlos Syndrom, eine kongenitale Bindegeweb dysplasie und das ebenfalls vererbare Marfan Syndrom, sind systematisch hier einzuordnen.

e. Statische Skoliosen

Drei Formen der statischen Skoliose können unterschieden werden:

1. Die durch Beckenschiefstand bedingte,
2. die durch Schrägstand des Kreuzbeines bei Beckentorsion verursachte und
3. die durch lumbosacrale Übergangsstörung entstandene Skoliose.

Die Schiefstellung des Beckens kann durch funktionelle oder reelle Beinlängendifferenz hervorgerufen werden und die Entwicklung einer strukturellen Wirbelkörperveränderung hervorgerufen. Die Prognose einer derartigen Verkrümmung ist im allgemeinen günstig, vorausgesetzt, daß frühzeitig die Differenz ausgeglichen wird (RATHKE 1958).

Es ist einerlei, wodurch die Beinverkürzung entstanden ist. Die angeborene oder erworbene Wachstumshemmung eines Beines, traumatische Verkürzung eines langen Röhrenknochens, Veränderungen des Schenkelhalsschaftwinkels einer Seite, Hüftluxationen, Ab-

und Adduktionskontrakturen einer Hüfte, aber auch verstärktes Wachstum eines Beines bei Entzündung in der Nähe der Epiphysenfugen, örtlicher Riesenwuchs infolge einer Ostitis fibrosa oder eines einseitigen Hämangioms bzw. einer anderen Genese (z.B. Klippel, Trenaunay) u.a. sind hier zu nennen.

f. Idiopathische Skoliosen

Das Hauptkontingent der Wirbelsäulenverbiegungen im Kindesalter stellen die idiopathischen Skoliosen. Sie sind im Bereich der Brustwirbelsäule überwiegend rechtskonvex und zeigen eine Geschlechtsverteilung Mädchen zu Knaben wie 8 : 1. Die ausgeprägte, idiopathische Skoliose hat stets einen mehrfach gekrümmten, in der Regel dreifach oder vierfach gewundenen Verlauf. Das erschwert die Suche nach der Primärkrümmung und damit die Suche nach der primären Skoliosenursache (LINDEMANN 1958). Zahlreiche Autoren befassen sich mit der Klärung der Skoliosenentstehung, doch bis heute ist die Ätiologie dieser Skoliosengruppe unklar. Eine anerkannte pathogenetische Deutung existiert bis heute nicht, und so bleibt ihre Pathogenese ein Krankheitsbild sui generis als zu lösendes Problem. In Ermangelung anderer Erklärungen muß die Ansicht gelten, daß die Ursache für die Skoliose in asymmetrischen, noch nicht faßbaren Störungen liegt, die an den aktiven und passiven Halte- und Stützvorrichtungen der Wirbelsäule angreifen (RATHKE 1958).

Einzureihen in diese große Gruppe der idiopathischen Skoliosen ist auch die sogenannte Säuglingsskoliose, die infantile (Kleinkindalter) und die puerile Skoliose (Kindesalter). Unter Säuglingsskoliose wird eine seitlich gerichtete Rückgratverbiegung im 1. Lebensjahr verstanden, die, wie sich im Röntgenbild nachweisen läßt, nicht völlig ausgleichbar ist. Die typische Lage mit Bevorzugung einer Rückenseite führt zu Schräglagedeformitäten mit einseitigen Abflachungen am Körper und letztlich zur Skoliose (LÜBBE 1971). Auch H. MAU (1966) sieht in der überwiegend rechtsseitigen Gewohnheitshaltung der Säuglinge mit der dazugehörigen linkskonvexen, zunehmend fixierten Wirbelsäulen-

verkrümmung sowie den begleitenden Thoraxdeformitäten im Zusammenhang mit dem sogenannten "Siebener-Syndrom" den Ursprung der Skoliose. Vorwiegend eine Reifungshemmung des Skelettsystems einerseits und des Zentralnervensystems andererseits durch Hervortreten gewisser tonischer sowie später der Stellreflexe sollen bei der "physiologischen Frühgeburt" Mensch dafür verantwortlich sein.

Eine reflektorische Schonhaltung bei pleuritischen Reizen, wie sie ein anderer Autor (RESKE 1961) als Ursache sieht, kann weder widerlegt noch bewiesen werden. H. MAU (1960) nimmt aus dem Sammeltopf der idiopathischen Skoliosen mit der "dysostotischen Theorie der Skolioseentstehung" mindestens 33 % heraus und macht die Dysostose auch für die "Erblichkeit" einer Skoliose verantwortlich.

Ein gesicherter Erbgang läßt sich nach Familienuntersuchungen bei zweieiigen Zwillingen mit idiopathischer Skoliose, wie MEINECKE (1972) sie durchgeführt hat, nicht ableiten. Erbliche Faktoren sehen jedoch FABER (1936) und REINHARD (1963).

Einen ätiologischen Zusammenhang zwischen Störungen des Eiweißstoffwechsels und Skoliose nahmen STEARNS, CHEN, McKINLEY und PONSETI (1955) an. Auch RISSER (1964) arbeitete mit seiner "metabolic curve" Stoffwechselentgleisungen heraus.

Für SCHEDE (1928) ist die Ursache frühkindlicher Skoliosen der fixierte rachitische Sitzbuckel am dorsolumbalen Übergang. Dieser "Skoliosenkeim" ist ein Hindernis für die Aufrichtung der Wirbelsäule und führt zur Verbiegung. H. MAU (1960) will die rachitische Ätiologie zugunsten seiner dysostotischen eingeschränkt wissen, da ein blutchemischer Nachweis der "rachitischen" Skoliose kaum je erbracht wurde.

WILHELM (1955) stellte im 8. und 9. Schwangerschaftsmonat eine Torsion der Wirbelsäule fest und glaubt an die Möglichkeit einer intrauterinen Störung der im stärksten Wachstum stehenden Wirbelkörperperiphysen. Alle angeführten Ursachen können zur Entstehung einer Skoliose beitragen. Ist eine leicht fixierte Seitverbiegung und Verdrehung der Wirbelsäule aufgetreten, so

entwickelt sich die Skoliose nach den ihr eigenen mechanischen und funktionellen Gesetzen, wobei ein circulus vitiosus zwischen Fehlbelastung und Zunahme der strukturellen Veränderungen die ausschlaggebende Rolle spielen kann (P.F. MATZEN 1968).

SCHEDE (1967) empfiehlt die sinnlose Bezeichnung "idiopathisch" endgültig fallen zu lassen. Er sieht in der Bezeichnung das Unvermögen, die Ursachen der nach Max LANGE "echten" Skoliose zu erkennen, deren entscheidendes Merkmal der Schiefwuchs der betroffenen Wirbelkörper ist, d.h. also ein Krankheitsgeschehen, das seinem Wesen nach ein progredienter circulus vitiosus ist.

4. Die operative Behandlung der Skoliose

a. Allgemeines

Ist trotz konservativer Therapie eine Progredienz nicht aufzuhalten, so sollte operativ vorgegangen werden (Max LANGE 1965).

Als Domäne der konservativen Therapie bezeichnet LINDEMANN (1958) im Gegensatz zur eigentlichen Skoliose die "skoliotische Haltung". Eine über die skoliotische Haltung hinausgehende bleibende Aufrichtung und gleichzeitig die Verhinderung einer fortschreitenden Progredienz ist indessen nur mit Hilfe einer Operation zu erreichen (H. MAU 1959).

Seit RISSER und FERGUSON (1936) die Abhängigkeit von Wachstum der Wirbelsäule und Progredienz der Seitverbiegung aufgezeigt haben, wird allgemein die Pubertät als die gefährlichste Phase betrachtet. Alle Autoren sind sich einig, daß bei starker Progredienz aufgrund der heutigen Erkenntnis die operative Behandlung in Erwägung gezogen werden muß.

So wie Max LANGE (1962) das frühzeitige operative Vorgehen als kausale Therapie oder als Prophylaxe des cor pulmonale forderte, stellten HEINE und MEISTER (1973) die Bedeutung der Operation für die Erhaltung der Lungenfunktion heraus. MEZNIK (1970) sah

postoperativ an 61 Patienten mit schweren und schwersten Skoliosen in den meisten Fällen eine Zunahme der Vitalkapazität, während AEPPLI (1963) trotz einer linearen Proportion zwischen Krümmungswinkel und Reduktion der Vitalkapazität für den Bereich von 40 - 70 Grad keine wesentliche Verbesserung der Lungenvolumina nach Aufrichtung der Skoliose feststellen konnte.

Die maligne Skoliose, d.h., die stark progrediente Verkrümmung, die neben dem psychischen und sozialen Problem ausgeprägte somatische Belastungen wie Störungen der Herzfunktion, der Atemfunktion, der Kreislauffunktion und Nervenirritationen bis zu kompletten Querschnittslähmungen mit sich bringen kann, soll operiert werden. Während bis vor einem Jahrzehnt die Operationsindikation wesentlich vom Lebensalter und der körperlichen Reife abhängig war, sind wir heute aufgrund der Entwicklung der Narkosetechnik in der Lage, die Indikationsstellung zur Operation fast ausschließlich von Form und Entwicklung der Skoliose selbst abhängig zu machen (VIERNSTEIN e.a. 1974).

b. Operationstechniken

Operationen am Muskel- und Sehnenapparat, wie sie von zahlreichen Autoren (KRUKENBERG 1914, LÖFFLER 1924, SCHEPELMANN 1925, BOHNE 1951) angegeben wurden, haben sich auf die Dauer nicht bewährt.

Auch Eingriffe an den Rippen haben als isolierte Operationsmethode nicht den nötigen Erfolg gezeigt (SAUERBRUCH 1921, FREY 1944).

Die Rippenbuckelresektion ist nur als zusätzliche Maßnahme nach einer versteifenden Operation aus kosmetischen Gründen indiziert (LANGE 1952, MATZEN 1968).

Versuche, die Wirbelkörper operativ anzugehen, ohne die Wirbelsäule zu versteifen, brachten nicht den gewünschten Erfolg. WITTEK (1923) wollte durch Zerstörung der konvexseitigen Wirbelkörper epiphysen die Skoliose beim wachsenden Patienten günstig beeinflussen. MATZEN (1956) machte Versuche mit Epiphysenklam-

merung am Wirbelkörper. GRUCA (1962) versuchte, durch flache Spiralfedern aus rostfreiem Stahl, die über dem Krümmungsscheitel auf der Konvexseite zwischen Rippen und den Querfortsätzen eingebracht wurden und durch gleichzeitige Speizung der Rippen bzw. Querfortsätze auf der Konkavseite mit Hilfe von Metallstreben, eine Korrektur der Skoliose zu erreichen. WENGER (1961) baute eine Distraktionsschiene, die mit Schrauben an den Seitenflächen der Wirbelkörper befestigt, durch Auseinanderschrauben die Skoliose streckte. HARRINGTON (1962) ist die Entwicklung des Instrumentariums zur internen Fixation und Korrektur zu verdanken. Seine Methode, heute nur noch in Verbindung mit Spondylodese angewandt, zeigt gute Korrektur und geringe Pseudarthrosenrate (HARRINGTON 6 - 9 %, RISSER 28 %) und nimmt heute einen sicheren Platz in der operativen Behandlung der Skoliose ein. Nicht versteifende Operationsmethoden sind heute verlassen. Die Therapie der Wahl besteht heute in einer krümmungsstabilen Spondylodese im Anschluß an eine aktiv-passive Korrektur. Für die Versteifungsoperation bleiben nach VIERNSTEIN (1963) zwei Angriffspunkte:

Der Wirbelkörper und seine Anhangsgebilde. Versteifende Eingriffe an den Wirbelkörpern selbst können in der erforderlichen Ausdehnung ausgeführt werden, sind aber mit dem Nachteil des vorderen Zuganges verbunden und weisen eine hohe Pseudarthrosenrate bis zu 20 % (DWYER 1973) auf.

Als Väter der Versteifungsoperation sind ALBEE (1911) und HIBBS (1924) zu bezeichnen. Während ALBEE in die gespaltenen Dornfortsätze einen autologen Knochenspan einsetzte, verödete HIBBS die kleinen Wirbelgelenke und verwandte die resezierten Dornfortsätze als Spanmaterial, das er den angefrischten Wirbelbögen anlegte.

Diese Methode der intra- und interartikulären Versteifung wurde von vielen Autoren wie z.B. ALLAN (1954), JAMES (1954) und vor allem Max LANGE (1956), Osmond CLARK (1954), STAGNARA und QUENAU (1953) angewandt. Max LANGE war es, der als erster den biegsamen Periost-Knochenlamellenspan nach von ERTL als sogenannten cortico-spongiösen Hobelspan bei der Wirbelsäulenversteifung anwandte.

Heute werden im allgemeinen Beckenkammspäne gelegentlich im Verbund mit homologem, lyophilisiertem Knochenmaterial verwandt. Ziel eine Spondylodeseoperation ist es, die Progredienz aufzuhalten und die erreichte präoperative Korrektur zu erhalten bzw. zu verbessern, wobei man auf die Wiederherstellung der normalen Funktion der Wirbelsäule unter maximaler, nur selten vollständiger Korrektur der seitlichen Verbiegung verzichtet (P.F. MATZEN 1965).

c. Operationsalter und Wachstum

Große Uneinigkeit herrscht in Beantwortung der Frage nach dem Operationsalter. Während für RISSER (1958) bei einem Lebensalter von erst 1 1/2 Jahren eine Operation nicht kontraindiziert ist und die HIBBS-Schüler notfalls schon ab dem 2. Lebensjahr operieren (H. MAU 1959), versteifen BRODGEN (1936), JAMES (1954) und MATZEN (1968) nicht vor dem 10., Max LANGE (1953) nicht vor dem 14. Lebensjahr. Heute macht die Entwicklung eines speziellen HARRINGTON-Instrumentariums für Kinder die Anwendung dieser Operationstechnik bei ausgeprägten s-förmigen Skoliosen auch schon bei 8-Jährigen möglich (GÖTZE 1976). Diese Diskrepanz der verschiedenen Meinungen ergibt sich daraus, daß das Kernproblem bis heute noch nicht gelöst ist: Kann man mit Sicherheit voraussagen, ob und zu welchem Zeitpunkt und wie weitgehend sich eine Skoliose verschlechtern wird (MAU 1959)?

Die zentrale Frage ist, wie sich in den Wachstumsjahren das Wirbelkörperhöhenwachstum und damit die Rumpflänge bei einer versteiften Wirbelsäule verhält. Wir wissen überhaupt erst seit der Arbeit von RISSER und FERGUSON (1936) und seit der Entdeckung der Beziehung zwischen Ausbildung der Darmbeinkammappophyse und Skelettwachstum durch RISSER (1948) ungefähr, wann das Höhenwachstum der Wirbelkörper beim Skoliotiker sistiert (H. MAU 1959).

RISSER (1958) konnte beobachten, daß das Wachstum der Wirbelsäule beim wachsenden Kinde nach einer Versteifungsoperation zu Lasten des Intervertebralspaltes geht. Bei parallel sich gegenüberstehenden Wirbeloberflächen erfolgt ein symmetrisches Wachstum der Wir-

belkörperdeckplatten, bei nicht parallel stehenden ist auch das Wachstum unsymmetrisch. RISSER stellte auch gleiches Verhalten der versteiften Wirbelkörper fest. Die Breitenentwicklung der Wirbelkörper ist seiner Erklärung nach durch das Fehlen der Bewegungsreize auf die Wirbelkörperkanten verzögert.

Biegebeanspruchungen oberhalb und unterhalb des versteiften Teiles wirken sich auf das Wachstum des versteiften Teiles sowohl auf die Verbiegung als auch auf die Rotationsdeformität aus.

MEZNIK (1967) und ROMPE (1968) stellten postoperatives Wachstum im Fusionsbereich fest, das aber gegenüber den nicht versteiften Gebieten zurückblieb. SCHEIER (1969) beobachtete ebenfalls immer eine Wachstumsverzögerung.

NEUGEBAUER (1970, 1974) bremste durch zyklische Hormontherapie das Wachstum und damit die Progredienz der Skoliose junger Mädchen und ist wohl mit BLOUNT (1953) der Ansicht, daß die Gefahr einer relativen Verkürzung des Rumpfes geringer ist als die der Progredienz der Skoliose mit schwerer Buckelbildung.

d. Operationsindikation und -kontraindikation

Für die Indikationsstellung zur operativen Behandlung ist die Leistungsfähigkeit konservativer Behandlungsmöglichkeiten von entscheidender Bedeutung (MEZNIK 1971). Während der Präpubertät und während des Pubertätswachstumsschubes sind die Voraussetzungen für die Erfolge konservativer Behandlungen ungünstig. Die rechtzeitige Feststellung der Progredienz ist nach VIERNSTEIN (1963) das A und O einer erfolgreichen Operation. Nach MATZEN (1961) ist die Indikation zur versteifenden Operation gegeben:

1. Bei allen trotz Therapie fortschreitenden Skoliosen,
2. bei beginnender Skoliosenlähmung,
3. bei älteren Personen bei Auftreten schwerer therapieresistenter Interkostalneuralgien.

RIPPSTEIN (1967) will operieren, noch bevor eine knöchern fixierte, nicht mehr befriedigend korrigierbare Deformität entstanden ist. MORSCHER (1974) sieht mit 50 Grad COBB den kritischen Wert bezüglich des Schweregrades. Mehr über die Schwere als der reine Grad der Krümmung sagt deren Beziehung zur Ausdehnung der Skoliose aus (MORSCHER 1970). Ein Maß hierfür ist der sogenannte HARRINGTON-Faktor. Dieser berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen dem Grad der Skoliosenkrümmung (nach COBB), dividiert durch die Zahl der Wirbel innerhalb der Primärkrümmung. Ist der Faktor größer als 5, so ist gewöhnlich die operative Behandlung angezeigt (HARRINGTON 1962). Eine Operation ist kontraindiziert bei schlechtem Allgemeinzustand, schlechter Stoffwechsellaage, prognostisch ungünstigen Neben- und Nervenleiden, fixierten Verkrümmungen bei alten Menschen, geringfügigen, stationären Verkrümmungen, insbesondere, wenn sie sich überkorrigieren lassen. H. MAU (1959) ist mit LINDEMANN (1958) der Meinung, daß auch reflektorische "unechte" Skoliosen, bevorstehender Abschluß des Wirbelsäulenwachstums und mittelschwere kompensierte, nicht progrediente Verkrümmungen nicht operiert werden sollten. Er vertritt die Meinung, man sollte im Zweifel, ob man operieren soll oder nicht, nach COBB's Rat konservativ bleiben.

e. Perioperative Maßnahmen

Vor der eigentlichen Operation muß versucht werden, die Wirbelsäule weitestgehend zu lockern und so eine maximale Begradigung zu erreichen. Hier stehen sich aktive und passive Maßnahmen gegenüber. Aktive Therapie, d.h., gezielte Kräftigung der der Krümmung entgegenwirkenden Muskeln, Unterstützung und Lenkung der Atmung, Dehnung verkürzter und Training besonders beanspruchter Muskelzüge und "Pflege" überbeanspruchter oder insuffizienter Muskelgruppen (ROMPE 1975) ist Aufgabe der Krankengymnastik.

HEINE und MEISTER (1972) konnten bei Untersuchungen der Lungenfunktion einschließlich arterieller Blutgasanalysen eine restriktive Ventilationsstörung nachweisen, die in sicherer Beziehung zum Krümmungsausmaß stand. Auch MEZNIK und KUMMER (1970) empfah-

len deshalb eine gezielte, dem Einzelfall individuell anzupassende Atemgymnastik unter Anleitung einer Krankengymnastin. Zwischen konservativer redressierender Behandlung und rein aktivem Vorgehen steht die halbaktive Behandlung mit dem von BLOUNT (1973) entwickelten Milwaukeekorsett. Der Patient soll sich aktiv gegen den Druck einer "Mahnpelotte" auf Kinn oder Kehlkopf wehren. Diese reflektorische Kräftigung der Rückenmuskulatur ist postoperativ von großer Bedeutung.

Die rein redressierende Behandlung wird heute ausschließlich präoperativ durchgeführt, da das Korrekturergebnis, das nicht auf knöchernem Umbau, sondern auf Auflockerung des Band- und Weichteilapparates beruht, nur durch die Operation gehalten werden kann.

Das Ducroquet-Korsett - eine nicht stationäre Glissonschiene zur Selbstextension - läßt eine gute Lockerung der Wirbelsäule erreichen. Das Entscheidende an der Methode ist, daß die Patienten dies durch eigene Kraft und eigene Leistung schaffen müssen (A.N. WITT 1962). Verschiedene Extensionsmethoden im Bett mit Glissonschiene entweder in Schräglage oder in Horizontallage und Extension über Rollenzüge mit Hilfe der Beine berücksichtigen nicht die Rotation und Flexion des Rumpfes, gegen die COTREL (1964) mit seiner EDF-Gipsmethode (Elongation, Derotation, Deflexion) angeht. STAGNARA entwickelte daraus das Lyoner-Korsett, das eine antiflexierende und antirotierende Bänderung aufweist. Längszug und dorsal schräg ansetzender Pelottendruck bringen im sogenannten Lokaliser Gips nach RISSEr und WULLSTEIN gute Ergebnisse. Der Umkrümmungs- und Extensionsquengelgips, wie ihn z.B. Max LANGE anwandte, ermöglicht ein gleichartiges, aber kontinuierlicheres Redressement bei schweren Skoliosen.

Bei sehr schweren Verbiegungen versucht man, ohne die Haut extremen Belastungen auszusetzen, mit Hilfe direkter Verankerung in der Corticalis einen stärkeren Zug zu erreichen. Ein Metallring (Halo) wird mit Schrauben am Schädel befestigt und ermöglicht so einen starken Skelettzug. Einen Gegenpol für die Distraction fixiert man in ähnlicher Weise am Becken bei der HONG KONGer HALO PELVIC-Methode, deren wahren Wert O'BRIEN (1971)

in der Behandlung von rigiden und schweren Skoliosen sieht, die durch gegenwärtige Methoden nur unvollkommen angegangen werden können.

Durch eine gründliche internistische Durchuntersuchung soll gewährleistet werden, daß bei der ausgedehnten Operation Risiken von medizinischer Seite kalkulierbar sind.

Die Ansichten über das postoperative Vorgehen divergieren wie die über die präoperative Behandlung. Prinzipiell kommt es darauf an, die prä- und intraoperativ gewonnene Korrektur durch geeignete äußere Stützmaßnahmen bis zum knöchernen Durchbau der versteiften Strecke, d.h., cirka 12 Monate, zu halten.

COBB (1952) entfernte seinen operativen Umkrümmungsgips nicht eher als 6 bis 7 Monate nach der Operation und ließ seine Patienten nur aufstehen, wenn nicht mehr der geringste Zweifel am völligen Ausreifen der Versteigungsmasse bestand.

M. LANGE (1956) lagerte seine Patienten 2 bis 3 Monate in der Liegeschale und gab anschließend für 2 bis 3 Monate ein Gipskorsett, gegebenenfalls mit Kopfstütze. MOE (1958) entläßt die Patienten im Lokalizergips für 1/2 Jahr nach Hause unter der Verordnung von Bettruhe. Bei röntgenologisch festgestellter intakter Versteifungsmasse dürfen die Kinder mit einem neuen Lokalizergips etwa 3 Monate lang zunehmend aufstehen. Dann folgt ein gewöhnlicher Rumpfgips, der erst entfernt wird, wenn sich auch darunter kein Korrekturverlust eingestellt hat. MATZEN (1961) legt unmittelbar nach der Operation das BLOUNT'sche Korsett wieder an und läßt den Patienten schon wenige Tage später aufstehen. Er fürchtet die unvermeidlich auftretende Muskelatrophie.

RISSER (1964) wechselt unter erneuter Korrektur nach 14 Tagen das Korsett und läßt es dann 8 bis 10 Monate. Einen Korsettwechsel empfiehlt er nur bei Vorliegen definitiver Gründe.

Die Gesamtzeit der postoperativen Korsettbehandlung hat sich auch durch die Operationsmethode nach HARRINGTON nicht geändert (MORSCHER 1970).

f. Die Spondylodese

Die Besserung der Funktion der Wirbelsäule ist bestimmend für das Ausmaß der Korrektur und für Sitz und Ausdehnung der Versteifung. Der Kernsatz der RISSER'schen Lehre lautet:

"Eine Hauptkrümmung ist genügend korrigiert, wenn die Zwischenwirbelräume im Gebiet der Hauptkrümmung weitgehend parallel stehen. Wichtiger als die Verringerung der Kurve ist die Kompensation der Wirbelsäule" (zit. bei LINDEMANN, MAU 1958).

Nach Auffassung aller maßgeblichen Autoren muß die gesamte Hauptkrümmung zur Ankylose gebracht werden, weil sie kausalgenetisch den Ausgangsherd der Skoliosenentwicklung enthält.

RISSER (1964) versteift vom cranialen bis zum caudalen Neutralwirbel der Hauptkrümmung.

PONSETI, FRIEDMANN und STAGNARA empfehlen zur Verblockung der Primärkrümmung noch einen Wirbelkörper ober- und unterhalb hinzuzufügen. Nach VIERNSTEIN (1963) muß eine ausgeglichene sekundäre Krümmung bis zum jeweiligen Neutralwirbel mitversteift werden.

Auch GÖTZE (1971) versteift mindestens von Neutralwirbel zu Neutralwirbel. Die Anwendung des Instrumentars nach HARRINGTON hat keinen Einfluß auf die Ausdehnung der Spondylodese.

FERGUSON, RISSER und SCHMIDT weisen auf die Mißerfolge der Operation bei nur einem falsch versteiften Segment hin und betonen deshalb, daß der zu versteifende Bezirk sehr sorgfältig auszuwählen sei (LINDEMANN und H. MAU 1958).

g. Operationsergebnisse

Obwohl manche der veröffentlichten Zahlen Zweifel aufkommen lassen, inwieweit die Beobauungskriterien der einzelnen Autoren übereinstimmen, so kann man doch pauschal von einem Operationserfolg sprechen, wenn auch "nur" die Progredienz aufgehalten wurde.

Nach MAU (1959) läßt sich für ältere Untersuchungen ein Schema aufstellen (Tabelle 1):

Autor	Jahr	Fälle	Korr. Gewinn	Status quo	Korr. Verlust	Pseud- arthr.
Kleinberg	1929	54	-	78,0 %	22,0 %	-
Hibbs, Risser, Ferguson	1931	252	22,5 %	47,0 %	30,5 %	-
Smith, Butte, Ferguson	1938	265	79,7 %	15,6 %	4,7 %	23,0 %
Res.Comittee d.Amer.Orth. Assoc.	1942	241	8,0 %	63,0 %	29,0 %	28,0 %
Jonsson	1953	142	75,0 %	-	-	14,9 %
Risser, Norquist	1958	239	74,0 %	21,0 %	5,0 %	22,0 %

Tab. 1 Ergebnisse älterer Untersuchungen

MOE (1958), BLOUNT (1958) und ROUX (1958) konnten bei ihren Untersuchungen einen Korrekturgewinn von 42 %, 27,6 % und 25,1 % verbuchen. Die multizentrischen, retrospektiven Erhebungen der DGOT an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen dokumentieren eine durchschnittliche Aufrichtung des Mittelwertes der Krümmungen um 19,6 Grad, wobei die Methode nach HARRINGTON mit 26,3 Grad bedeutend besser abschneidet als die "Nur"-Spondylodese mit 14,8 Grad. Der Korrekturverlust kommt durch sogenannte Pseudarthrosen zustande. Das Auftreten einer Umbauzone im Sinne eines Ermüdungsbruches des angelegten Spanes oder der künstlich geschaffenen Knochenbrücke ist für LINDEMANN und MAU (1958) ursächlich. SCHEIER (1967) versteht darunter eine lokalisierte Schwäche der Spondylodesemasse, die generalisiert bei der sogenannten unreifen Spondylodese besteht. Diesem unreifen Knochen dürfte nach H. MAU (1959) ein verstärkter

Knochenan- und -umbau zugrunde liegen. Daneben dürften nach seinen histologischen Befunden die in den Knochen eingestreuten knorpeligen und faserknorpeligen Bezirke für das Nachgeben der Versteifungsbrücke verantwortlich zu machen sein.

Auch zu kurze Versteifung, falsche Implantation des HARRINGTON-Stabes und schlechte Nachbehandlung führen unweigerlich zu erhöhten Korrekturverlusten.

Bei der oben angeführten umfassenden Untersuchung der DGOT, bei der die Pseudarthrose als postoperativer Korrekturverlust von über 10 Grad COBB definiert ist, ergab sich beim Gesamtmaterial eine Rate von 23,4 %, eine Zahl, die entweder die Forderung nach einheitlicher Definition des Pseudarthrosenbegriffes oder auch nur die Ehrlichkeit anonymer Untersuchungen dokumentiert.

5. Die Skoliosenoperation an der Orthopädischen Klinik München

a. Patientengut

An der Orthopädischen Klinik München wurden in den Jahren 1960 bis 1973 circa 500 Spondylodeseoperationen durchgeführt. Wegen der Genauigkeit und des Umfanges der geforderten Daten konnten nur 225 Fälle in die Untersuchungen aufgenommen werden.

Das Einzugsgebiet der Klinik erstreckt sich über Bayern und Österreich. Einzelne Patienten kamen aus dem übrigen europäischen Ausland.

b. Aufnahmetechnik und Meßmethode

Zur Manifestation des klinischen Erscheinungsbildes wurden ausschließlich Ganzkörperaufnahmen gemacht, die die statischen Vorgänge am Skelett wirklich in der Dimension zeigen, in der sie sich abspielen (BERGK 1974). Präoperativ auch in Extension, um den Erfolg der Redressions- und Übungsbehandlung kontrollieren

zu können. Da zum Schutze des Patienten keine gesetzlichen Strahlenschutzvorschriften bestehen und ärztliches Verantwortungsbewußtsein vorausgesetzt wird. (BECKER 1972), wurde, um die jungen Patienten nicht einer zu großen Strahlenbelastung auszusetzen, der Abstand in der Verlaufsserie groß gehalten und Seitenaufnahmen nur verordnet, wenn es unbedingt notwendig erschien.

Gemessen wurde mit dem Holotopometer nach PAPADOPOULOS (1971) nach der heute allgemein üblichen Methode nach LIPPMANN und COBB (1948), da diese nach NEUGEBAUER (1972) genauere Ergebnisse liefert als die Methode nach FERGUSON und zudem einfacher zu handhaben ist.

c. Diagnosestellung

Das Lebensalter bei Diagnosestellung verteilt sich wie folgt (Abb. 1a und b):

Gesamtmaterial n = 225:

1.	Lebensjahr	2.2 %
2.	"	4.0 %
3. - 6.	"	19.1 %
7. - 10.	"	26.2 %
11. - 14.	"	27.1 %
über 14.	"	4.0 %
ohne nähere Angaben		17.9 %

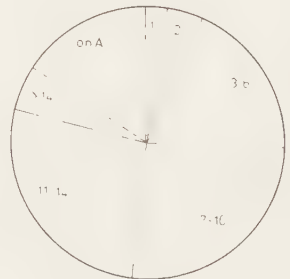


Abb. 1 a) Verteilung des Lebensalters bei Diagnosestellung beim Gesamtmaterial.

Idiopathische Skoliosen n = 167:

1.	Lebensjahr	1.2 %
2.	"	1.8 %
3. - 6.	"	19.8 %
7. - 10.	"	28.7 %
11. - 14.	"	31.1 %
über 14.	"	4.8 %
ohne näheren Angaben		12.5 %

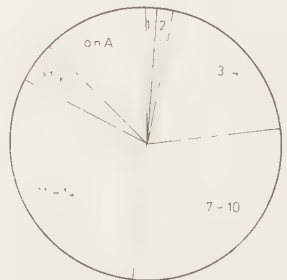


Abb. 1 b) Verteilung des Lebensalters bei Diagnosestellung bei Idiopathischen Skoliosen.

Die Verteilung der Diagnosen am Gesamtmaterial der Münchner Klinik schlüsselt sich nach Tab. 2 a folgendermaßen auf:

Idiopathisch	167	74,2 %
Lähmung	27	12,0 %
Congenital	27	12,0 %
Thoracogen	1	0,4 %

Die Seitenverteilung der oberen Krümmung und Verteilung des Geschlechtes zeigt Tab. 2 b:

Gesamtmaterial			Idiopathische Skoliosen	
225			167	
rechts konvex	197	87,6 %	150	89,8 %
links konvex	28	12,4 %	17	10,2 %
männlich	38	16,9 %	15	9,0 %
weiblich	187	83,1 %	152	91,0 %

d. Lebensalter und Operationsindikation

Das Lebensalter bei Beginn der präoperativen Redressionsbehandlung lag in München vergleichsweise hoch (Abb. 2 - Seite 22).

Bei offensichtlicher Progredienz und einem Winkel der Primärkrümmung von durchschnittlich 70 Grad (COBB) wurde operiert, ferner bei schweren funktionellen Störungen und Schmerzzuständen. Eine rein kosmetische Indikation gab es nicht. In Ausnahmefällen wurde zusätzlich der Rippenbuckel reseziert.

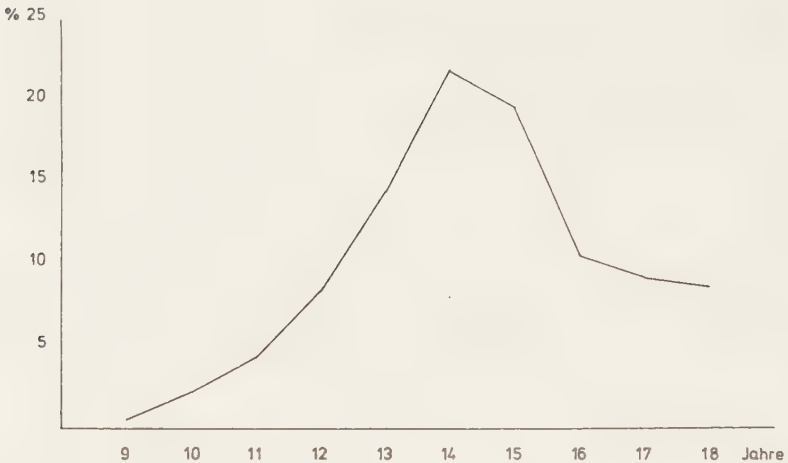


Abb. 2: Lebensalter und Operationsindikation

e. Operationsvorbehandlung

Die präoperative Behandlung wurde, solange in München nach der Methode nach M. LANGE operiert wurde, relativ einheitlich mit nur geringen Variationen durchgeführt: Der Patient wird im Schrägbett gelagert, zusätzlich mit einem Ducroquet-Korsett versorgt und intensiv krankengymnastisch behandelt. Nach ausreichender Lockerung der Wirbelsäule wird ein Schraubenextensionsgips angelegt, der ein- bis zweimal erneuert oder durch einen Umkrümmungsgips ersetzt wird. Bei sehr lockeren Skoliosen wurde in den späteren Jahren auf die Gipsbehandlung verzichtet. Zusätzlich erfolgt eine kiefernprothetische Schutzversorgung, um den drohenden Deformitäten entgegenzuwirken.

Bei der nach HARRINGTON modifizierten Operationstechnik, die in München seit 1971 angewendet wird, wird nun ebenfalls auf die Gipsvorbehandlung verzichtet. Die Vorbehandlung wird abgeschlossen, wenn über 14 Tage hinweg keine Zunahme der zweimal wöchentlich gemessenen Eigenextension zu verzeichnen ist.

Die Vorbehandlung der Patienten unter 18 Jahre unterschied sich, bezogen auf das Gesamtmaterial, nur unwesentlich von der der über 18 Jahre alten Patienten (Tab. 3):

Art der präop. Korrektur	Gesamtmaterial Fälle: 225	Gesamt. bis 18. Lj Fälle: 205	Gesamt. ab 18. Lj Fälle 20
Ohne näh. Angab.	22 (9.8 %)	19 (9.3 %)	3 (15.0 %)
Ducroquet	53 (23.6 %)	48 (23.4 %)	5 (25.0 %)
Quengel	13 (5.7 %)	12 (5.9 %)	1 (5.0 %)
Korsett u. Gips	136 (60.4 %)	125 (61.0 %)	11 (55.0 %)
Dauer der präop. Korrekturbehandl.			
0 - 1 Monat	13 (5.8 %)	10 (4.9 %)	3 (15.0 %)
1 - 2 Monate	49 (21.8 %)	44 (21.5 %)	5 (25.0 %)
2 - 3 Monate	74 (32.9 %)	68 (33.2 %)	6 (30.0 %)
3 - 4 Monate	48 (21.3 %)	44 (21.5 %)	4 (20.0 %)
4 - 6 Monate	24 (10.7 %)	23 (11.2 %)	1 (5.0 %)
6 - 8 Monate	7 (3.1 %)	6 (2.9 %)	1 (5.0 %)
8 - 10 Monate	1 (0.4 %)	1 (0.5 %)	0
10 u. mehr Mon.	3 (1.3 %)	3 (1.5 %)	0
Zahl der präop. Gipse			
0	57 (25.3 %)	50 (24.4 %)	7 (35.0 %)
1	77 (34.2 %)	70 (34.1 %)	7 (35.0 %)
2	43 (19.1 %)	39 (19.0 %)	4 (20.0 %)
3	16 (7.1 %)	15 (7.3 %)	1 (5.0 %)
4	8 (3.6 %)	8 (3.9 %)	0
5	2 (0.9 %)	2 (1.0 %)	0

Tab. 3 Präoperative Korrektur am Gesamtmaterial

Beim Vergleich der mit und ohne HARRINGTON-Instrumentarium operierten Skoliosen zeigt sich, daß die Methode der präoperativen Korrektur große Unterschiede aufweist (Tab. 4 u. Tab. 5):

Art der präop. Korrektur	Gesamtmaterial ohne Harrington Fälle: 187	Gesamtm. bis 18. Lj ohne Harrington Fälle: 171	Gesamtm. ab 18. Lj ohne Harrington Fälle: 16
Ohne näh. Angab.	19 (10.2 %)	17 (9.9 %)	2 (12.5 %)
Ducroquet	20 (10.7 %)	17 (9.9 %)	3 (18.8 %)
Quengel	5 (2.7 %)	12 (7.0 %)	1 (6.3 %)
Korsett u. Gips	134 (71.7 %)	124 (72.5 %)	10 (62.5 %)
Dauer der präop. Korrekturbehandl.			
0 - 1 Monat	11 (5.9 %)	9 (5.3 %)	2 (12.5 %)
1 - 2 Monate	31 (16.6 %)	26 (15.2 %)	5 (31.3 %)
2 - 3 Monate	64 (34.2 %)	59 (34.5 %)	5 (31.3 %)
3 - 4 Monate	42 (22.5 %)	39 (22.8 %)	3 (18.8 %)
4 - 6 Monate	22 (11.8 %)	22 (12.9 %)	0
6 - 8 Monate	7 (3.7 %)	6 (3.5 %)	1 (6.3 %)
8 - 10 Monate	1 (0.5 %)	1 (0.6 %)	0
10 u. mehr Monate	3 (1.6 %)	3 (1.8 %)	0
Zahl der präop. Gipse			
0	22 (11.8 %)	18 (10.5 %)	4 (25.0 %)
1	75 (40.1 %)	69 (40.4 %)	6 (37.5 %)
2	43 (23.0 %)	39 (22.8 %)	4 (25.0 %)
3	16 (8.6 %)	15 (8.8 %)	1 (6.3 %)
4	8 (4.3 %)	8 (4.7 %)	0
5	2 (1.0 %)	2 (1.2 %)	0

Tab. 4 Präoperative Korrektur am Gesamtmaterial (nur Operation nach Max Lange)

So beschränkte man sich bei der Vorbereitung auf die HARRINGTON-Operation auf das Ducroquet-Korsett (86,8 %), während die konventionell Operierten zu 71,7 % mit Korsett und Gips versorgt wurden, wobei bei 23 % zwei Gipse nötig waren.

Unterschiede gab es auch in der Dauer der Vorbehandlung (Tab. 4 und 5). Die Mehrzahl (56,7 %) der nach Max LANGE versorgten Skoliosen wurde 2 bis 4 Monate vorbereitet. Die nach HARRINGTON korrigierten Patienten wurden zu 47,4 % nur 1 - 2 Monate vorbehandelt.

Art der präop. Korrektur	Gesamtmaterial mit Harrington Fälle: 38	Gesamt. bis 18 Lj mit Harrington Fälle: 34	Gesamt. ab 18. Lj mit Harrington Fälle: 4
Ohne näh.Angab.	3 (7.9 %)	2 (5.9 %)	1 (25.0 %)
Ducroquet	33 (86.8 %)	31 (91.2 %)	2 (50.0 %)
Korsett u. Gips	2 (5.3 %)	1 (2.9 %)	1 (25.0 %)

Dauer der präop. Korrekturbehandl.

0 - 1 Monat	2 (5.3 %)	1 (2.9 %)	0
1 - 2 Monate	18 (47.4 %)	18 (52.9 %)	1 (25.0 %)
2 - 3 Monate	10 (26.3 %)	9 (26.5 %)	0
3 - 4 Monate	6 (15.8 %)	5 (14.7 %)	1 (25.0 %)
4 - 6 Monate	2 (5.3 %)	1 (2.9 %)	1 (25.0 %)

Zahl der präop. Gipse

0	35 (92.1 %)	32 (94.1 %)	3 (75.0 %)
1	2 (5.3 %)	1 (2.9 %)	1 (25.0 %)

Tab. 5 Präoperative Korrektur am Gesamtmaterial (nur Operation mit Harrington-Instrumentarium)

Die Gruppe der idiopathischen rechtskonvexen Thorakalskoliosen zeigte in Art und Dauer der präoperativen Behandlung im Unterschied zu den übrigen idiopathischen Skoliosen keine auffallenden Besonderheiten (Tab. 6):

Art der präop. Korrektur	Idiopathische rechtskonvexe Thorakalskoliosen			
	Gesamt Fälle: 56	30° - 59° Fälle: 18	60° - 99° Fälle: 35	über 100° Fälle: 3
Ohne näh. Angab.	4 (7.1 %)	1 (5.6 %)	3 (8.6 %)	0
Ducroquet	15 (26.8 %)	4 (22.2 %)	10 (28.6 %)	1 (33.3 %)
Quengel	2 (3.6 %)	0	2 (5.7 %)	0
Korsett u. Gips	35 (62.5 %)	13 (72.2 %)	20 (57.1 %)	2 (66.7 %)
Dauer der präop. Korrekturbehandl.				
0 - 1 Monat	3 (5.4 %)	2 (11.1 %)	1 (2.9 %)	0
1 - 2 Monate	16 (28.6 %)	5 (27.8 %)	8 (22.9 %)	3 (100.0 %)
2 - 3 Monate	16 (28.6 %)	5 (27.8 %)	11 (31.4 %)	0
3 - 4 Monate	11 (19.6 %)	3 (16.7 %)	8 (22.9 %)	0
4 - 6 Monate	7 (12.5 %)	3 (16.7 %)	4 (11.4 %)	0
6 - 8 Monate	3 (5.4 %)	0	3 (8.6 %)	0
Zahl der präop. Gipse				
0	15 (26.8 %)	3 (16.7 %)	11 (31.4 %)	1 (33.3 %)
1	20 (35.7 %)	7 (38.9 %)	11 (31.4 %)	2 (66.7 %)
2	10 (17.9 %)	3 (16.7 %)	7 (20.0 %)	0
3	5 (8.9 %)	2 (11.1 %)	3 (8.6 %)	0
4	1 (1.8 %)	0	1 (2.9 %)	0

Tab. 6 Präoperative Korrektur idiopathischer rechtskonvexer Thorakalskoliosen unterschiedlicher Schweregradgruppen

Vor der Operation wird der Patient einige Tage stationär auf einer internen Abteilung zur Frage der Operationsfähigkeit untersucht. Nach ausreichender Aufrichtung der Wirbelsäule wird unter Extension in Bauchlage ein Gipsliegendebett angelegt, das einen entsprechenden Arm und Oberschenkel einschließt. Für circa

8 Tage muß sich der Patient nun in der gepolsterten Schale einliegen, wobei auch eventuelle Druckstellen gefunden und behoben werden können.

Auch wird eine Röntgenaufnahme der Tibia, aus der der Periostlamellenspan entnommen wird, durchgeführt, um Struktur- und Formanomalien in diesem Bereich auszuschließen.

f. Operationsverfahren

Max LANGE hat, anlehnend an die Verfahren von ALBEE und HIBBS, seine Operationsmethode entwickelt, die an der Münchner Orthopädischen Klinik angewandt wurde. A.N. WITT hat die LANGE'sche Operation im wesentlichen übernommen und sie 1971 unter Verwendung des HARRINGTON-Instrumentariums modifiziert. Die Verwendung des Periostlamellenspans nach von ERTL, die aus einer gewissen Notsituation in den Anfängen nach dem Kriege entstand, hat sich bei der LANGE'schen Operation bewährt. An die zusätzlichen Stahlschienen, die Max LANGE bei schweren Skoliosen einfügte, wird man unwillkürlich beim Betrachten des HARRINGTON-Instrumentariums erinnert. Auch die Untersuchungen von WITT et al (1960) mit paraspinösen Platten gingen in diese Richtung.

Die Operation erfolgt gipsfrei in Intubationsnarkose mit maschineller Beatmung. Bei dem auf dem Bauch liegenden Patienten ist das Bein, aus dem von einem Assistententeam der "Hobelspan" und Spongiosa entnommen werden, auf einer verstellbaren Schiene in 120 Grad Beugstellung im Kniegelenk gelagert.

Mit Hilfe eingesteckter Injektionsnadeln wird unter Röntgenkontrolle die Fusionsstrecke markiert, die mindestens von Neutral- zu Neutralwirbel reicht. Nach einem geraden Schnitt in der Medianen über diese Distanz werden die Rückenstrecker abgeschoben und Dornfortsätze sowie Laminae subperiostal freigelegt. Die kleinen Wirbelgelenke werden unter dem Schutz von Kochersonden entknorpelt und verödet. Am Ort gewonnene Spongiosa wird in die Gelenke eingestampft. Wirbelbögen und Dornfortsätze werden lamellenartig angefrischt. Aus dem Tibiakopf entnommene Spongiosa

und der Periostlamellenspan werden an der Konkavseite aufgelegt. Eine Fixation mit Draht oder Catgut unterbleibt im allgemeinen. Der Span wird allein durch die Muskulatur in seinem Lager gehalten. Sollte das Spondylodesematerial nicht ausreichen, wird noch Material aus dem Darmbeinkamm verwendet. Dann Vernähung der Muskulatur, Fascie, Subcutis und Cutis. Bei Verwendung des HARRINGTON-Stabes geschieht grundsätzlich dasselbe. Er wird nach der Skelettierung der Wirbelgelenke mit Hilfe des Outriggers eingesetzt und verspannt.

g. Operationsnachbehandlung

Nach der Operation bleiben die nach LANGE und WITT operierten Patienten je nach Wundheilung für 14 Tage oder länger in der präoperativ angepaßten Liegeschale.

Nach Nahtentfernung wurden diese Patienten unter Extension mit einem Gipskorsett versorgt, wobei die ersten Korsetts, um eine zu starke Belastung der Patienten und eine Hyperlordosierung zu vermeiden, im Sitzen, später im Stehen angepaßt wurden. Die Fixation im Gipskorsett dauerte im Durchschnitt etwa 6 - 8 Monate. Die ersten 3 Monate wurde ein großes Gipskorsett unter Einschluß von Kinn und Hinterhaupt appliziert, dann Gipsmieder mit Stahlkopfstütze. Die Gipsverbände wurden in Abständen von 4 - 6 Wochen gewechselt.

Vor Anlegen des letzten Gipskorsetts wurde der Abguß für ein Stahlstoffkorsett mit Kopfstütze durchgeführt. Dieses wurde während eines kurzen stationären Aufenthaltes angepaßt und mußte für weitere 7 Monate getragen werden. Die Kopfstütze wurde nach einer Röntgenkontrolle entfernt und das Korsett für nochmals 11 Monate verordnet. Die postoperative Fixierung dauerte somit insgesamt 2 Jahre. Die Nachbehandlung der mit dem HARRINGTON-Instrumentarium operierten Patienten verlief wesentlich anders:

An die Operation schloß sich eine 6-wöchige Gipsliegeschielenbehandlung an. Nach dieser Zeit wurde ein Korsettabguß angefertigt. Bis zur Fertigstellung des Leder-Stahlkorsetts erhielten die Patienten für circa 6 Wochen einen im Sitzen angelegten Rumpfgips ohne Kopfstütze. Das endgültige Korsett, ebenfalls ohne Kopfstütze, wurde circa 12 Monate bis zum knöchernen Durchbau der Fusionsstrecke belassen. Seit den Untersuchungen von K. MATZEN et al (1974) wurde wieder dazu übergegangen, die postoperativen Korsetts mit einer Kopfstütze zu versehen. In neuester Zeit wird ein EDF-Gips angelegt.

6. Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Von den 225 untersuchten Patienten wurden 187 nach der Methode nach LANGE bzw. WITT, 38 Patienten unter zusätzlicher Verwendung des Instrumentariums nach HARRINGTON operiert.

Die folgenden Tabellen und Kurven zeigen den Verlauf der Winkelwerte prä- bis postoperativ für verschiedene Diagnosegruppen in Abhängigkeit von Lebensalter, Ausgangswinkel, Operationstechnik und Vorbehandlungsmaßnahmen.

A. Korrekturergebnisse mit Aufschlüsselung

a. Korrekturergebnisse am Gesamtmaterial (sowie nach Altersgruppen, Schweregraden, Beobachtungen von mehr als 3 Jahren postoperativ und unter Ausschluß offenkundiger Pseudarthrosen)

Das Gesamtmaterial umfaßt 225 untersuchte Skoliosen (Abb. 3 a). Bei einem mittleren Ausgangswinkel von 69,9 Grad konnte postoperativ ein Durchschnittswinkel von 61,6 Grad gemessen werden. Nach 1 Jahr erreichte die Krümmung einen Winkel von 63,4 Grad, nach 2 Jahren 68,8 Grad, nach 3 Jahren 72,1 Grad. Die letzte gemessene Aufnahme zeigte eine Krümmung von 76,4 Grad.

205 der operierten Patienten waren noch keine 18 Jahre alt (Abb. 3 b). Hier lag der Ausgangswinkel bei 69,1 Grad. Unmittelbar postoperativ wurden 60,8 Grad, nach 1 Jahr 62,9 Grad, nach 2 Jahren 67,8 Grad und nach 3 Jahren 71,4 Grad gemessen. Die letzte Messung ergab 76,2 Grad.

Die 20 Personen umfassende Gruppe mit einem Operationsalter von über 18 Jahren zeigt folgende Werte (Abb. 3 c): Präoperativ 78,2 Grad, unmittelbar postoperativ 70,2 Grad, nach 1 Jahr 70,2 Grad, nach 2 Jahren 79,2 Grad, nach 3 Jahren 80,4 Grad und eine letzte Aufnahme mit 80,5 Grad.

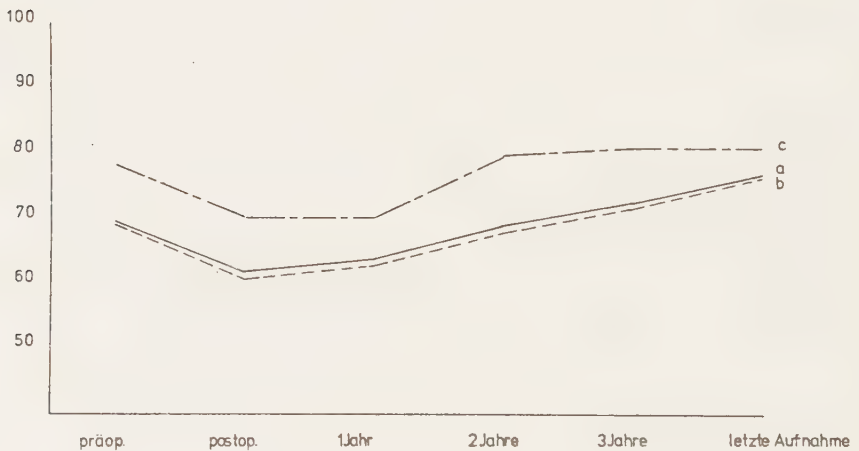


Abb. 3: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ

- a. für das Gesamtmaterial
- b. für Beginn der Behandlung unter 18 Jahren
- c. für Beginn der Behandlung ab 18 Jahren

Die Einteilung nach Schweregraden ergibt folgendes Bild (Abb. 4):

66 Fälle des Gesamtmaterials hatten einen Ausgangswinkel von 40 Grad bis 59 Grad (Abb. 4 a): Die gemessenen Durchschnittswerte betrugen präoperativ 49,2 Grad, unmittelbar postoperativ 44,8 Grad, nach 1 Jahr 46,9 Grad, nach 2 Jahren 50,9 Grad, nach 3 Jahren 52,4 Grad, bei der letzten Aufnahme 55,7 Grad.



Abb. 4: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für das Gesamtmaterial mit Ausgangswinkeln von

- a. 40° - 59°
- b. 60° - 79°
- c. 80° - 99°
- d. 100° u. größer

75 Patienten wurden mit einem Ausgangswinkel zwischen 60 Grad und 69 Grad operiert (Abb. 4 b): Die Winkelwerte waren: Präoperativ 67,8 Grad, unmittelbar postoperativ 59,0 Grad, nach 1 Jahr 61,2 Grad, nach 2 Jahren 65,2 Grad, nach 3 Jahren 70,9 Grad, letzte Aufnahme 72,8 Grad.

In 54 Fällen lagen die Ausgangswinkel zwischen 80 Grad und 99 Grad (Abb. 4 c): Der präoperative Mittelwert betrug 87,1 Grad, unmittelbar postoperativ wurden 76,9 Grad, nach 1 Jahr 79,3 Grad, nach 2 Jahren 83,8 Grad, nach 3 Jahren 85,0 Grad und bei der letzten Aufnahme 94,2 Grad gemessen. Die 22 schweren Skoliosen mit Ausgangswinkeln von 100 Grad und größer (Abb. 4 d) konnten von einem präoperativen Winkel von durchschnittlich 111,5 Grad auf unmittelbar postoperativ 93,7 Grad korrigiert werden. Die Krümmung verstärkte sich dann wieder nach 1 Jahr auf 95,6 Grad, nach 2 Jahren auf 99,7 Grad, nach 3 Jahren auf 101,5 Grad und bei der letzten Aufnahme 101,5 Grad.

Der Verlauf der Winkelwerte, bezogen auf Beobachtungen von mehr als 3 Jahren postoperativ (Abb. 5) (Durchschnittszeitraum: 5,4 Jahre), zeigt bei 70 Fällen folgende Werte:

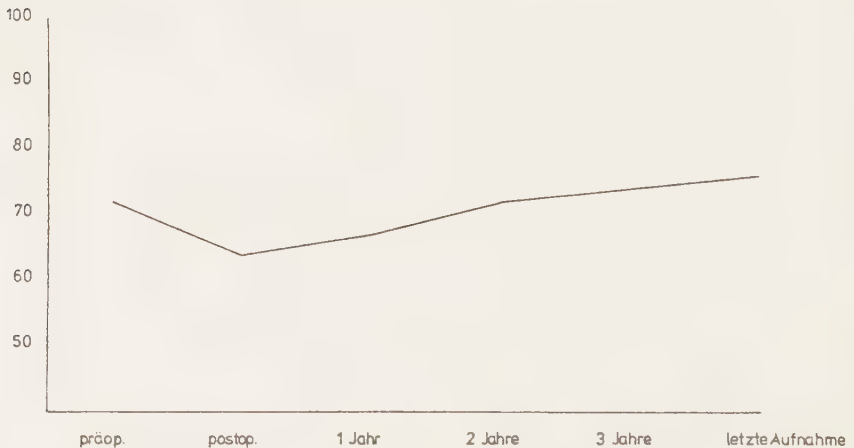


Abb. 5: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für das Gesamtmaterial, bezogen auf Beobachtungen von mehr als drei Jahren postoperativ

Ausgangswinkel 72,2 Grad, unmittelbar postoperativ 64,5 Grad, nach 1 Jahr 67,4 Grad, nach 2 Jahren 72,6 Grad, nach 3 Jahren 74,9 Grad, letzte Aufnahme 76,4 Grad. Das entspricht Korrekturverlusten von 2,9 Grad (4,0 %), 8,1 Grad (11,2 %), 10,4 Grad

(14,4 %) und 11,9 Grad (16,4 %). Es mußte also eine Progredienz von 4,2 Grad (5,8 %) hingenommen werden.

Ohne die offensichtlichen Pseudarthrosen ergibt das Gesamtmaterial mit noch 164 Fällen folgendes Bild (Abb. 6):

Präoperativ 68,3 Grad, unmittelbar postoperativ 60,9 Grad, nach 1 Jahr 61,5 Grad, nach 2 Jahren 64,9 Grad, nach 3 Jahren 68,4 Grad, letzte Aufnahme 68,4 Grad.

Der Ausgangswinkel war nach 3 Jahren wieder erreicht.

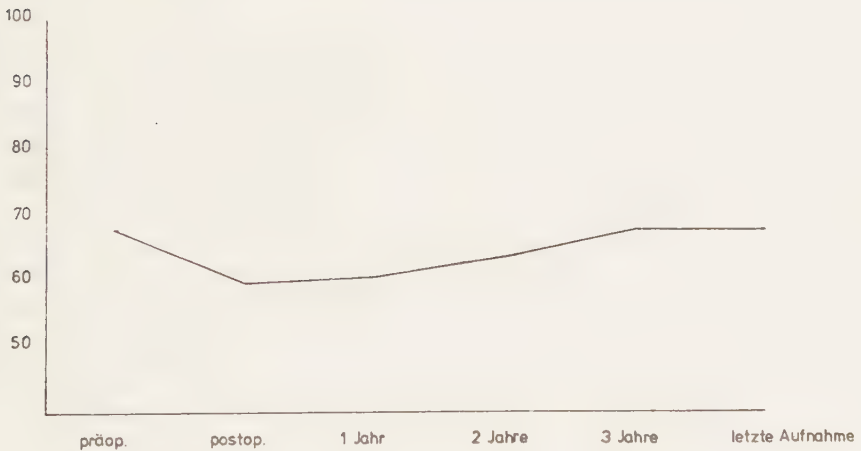


Abb. 6: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für das Gesamtmaterial abzüglich offenkundiger Pseudarthrosen

Am Gesamtmaterial ließ sich eine durchschnittliche Maximalkorrektur von 8,3 Grad (11,9 %) erreichen, die sich jedoch nicht halten ließ. Die Winkelwerte erreichten wieder ihre alte Höhe, wobei sogar noch eine geringe Progredienz hingenommen werden mußte. Die Gruppe der Patienten unter 18 Jahren unterschied sich im Verlauf nur unwesentlich von den über 18-Jährigen. Der präoperative Ausgangswinkel lag bei der älteren Gruppe jedoch deut-

lich höher (69,1 Grad präoperativ bei der Gruppe unter 18 Jahren, 78,2 Grad präoperativ bei der Gruppe über 18 Jahre).

Bei der Aufschlüsselung nach Schweregraden zeigte sich die größte Maximalkorrektur mit 17,8 Grad (16 %) bei den schweren Skoliosen über 100 Grad gegenüber 4,6 Grad (9,3 %) bei Skoliosen mit 40 Grad - 59 Grad, 8,3 Grad (12,3 %) bei Skoliosen von 60 Grad - 79 Grad und 9,6 Grad (11,0 %) bei Skoliosen von 80 Grad bis 99 Grad.

Postoperativ hielten sie auch ihr Ergebnis besser als die geringen Schweregrade (Tab. 7).

Korrekturverlust des Gesamtmaterials nach				
Ausgangswinkel	1 Jahr	2 Jahren	3 Jahren	bei ltzt.Aufn.
40° - 59°	2.1 (4.3 %)	6.3 (12.8 %)	7.8 (15.8 %)	11.1 (22.5 %)
60° - 79°	2.2 (3.2 %)	6.2 (9.1 %)	11.9 (17.5 %)	13.8 (20.4 %)
80° - 99°	2.4 (2.6 %)	6.9 (7.9 %)	8.1 (9.3 %)	17.3 (19.8 %)
100° u. größer	1.9 (1.7 %)	6.0 (5.3 %)	7.8 (6.9 %)	7.6 (6.8 %)

Tab. 7 Postoperativer Korrekturverlust am Gesamtmaterial

Der Korrekturerfolg wächst mit der Stärke der Verkrümmung. Die Korrigierbarkeit ist jenseits des 18. Lebensjahres zwar unbedeutend geringer, in Anbetracht des geringeren Korrekturverlustes wird aber die gleiche bleibende Korrektur erreicht.

Der Anteil der offenkundigen Pseudarthrosen, die definiert waren als postoperativer Korrekturverlust von über 10 Grad, betrug 27,1 %. Berücksichtigt man sie nicht, so ist nach einem Jahr ein Korrekturgewinn von 6,9 Grad (10,1 %) erreicht worden.

Nach 3 Jahren war auch hier der Ausgangswinkel wieder erreicht, ein Korrekturgewinn nicht mehr feststellbar. Beobachtungen am Gesamtmaterial von mehr als 3 Jahren postoperativ, bei einer

durchschnittlichen postoperativen Beobachtungszeit von 5,4 Jahren, zeigen eine effektive Progredienz von 4,2 Grad (5,8 %).

b. Korrekturergebnisse bei idiopathischen Skoliosen (am Gesamtmaterial, nach Altersgruppen und nach Schweregraden)

Es wurden 167 idiopathische Skoliosen untersucht (Abb. 7 a): Der präoperative Mittelwert betrug 67,2 Grad. Postoperativ konnte eine Verbesserung auf 59,5 Grad verzeichnet werden, die sich 1 Jahr später auf 61,8 Grad verringerte.

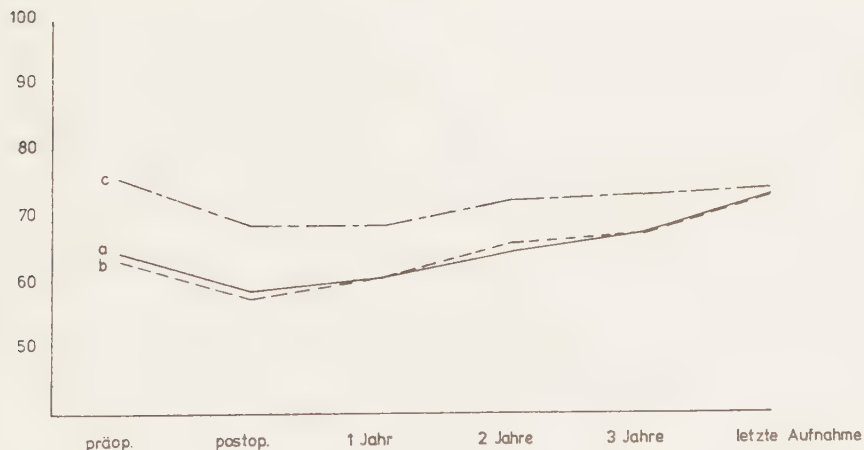


Abb. 7: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für idiopathische Skoliosen

- a. gesamt
- b. Beginn der Behandlung unter 18 Jahren
- c. Beginn der Behandlung ab 18 Jahren

Nach 2 Jahren ging das Ergebnis auf 66,4 Grad zurück und erreichte nach 3 Jahren den Wert von 68,9 Grad. Die letzten Aufnahmen zeigten einen Winkel von 75,0 Grad. Die 152 idiopathischen Skoliosen unter 18 Jahren (Abb. 7 b) ließen sich durch die Behand-

lung von 66,3 Grad auf 58,5 Grad aufrichten. Nach 1 Jahr ging die Korrektur auf 61,0 Grad zurück und hatte nach 2 Jahren 65,6 Grad, nach 3 Jahren 68,8 Grad erreicht.

Die letzten Aufnahmen ergaben einen Mittelwert von 75,0 Grad.

15 idiopathische Skoliosen über 18 Jahre (Abb. 7 c) konnten von einem durchschnittlichen Ausgangswert von 76,4 Grad auf einen postoperativen Wert von 69,1 Grad korrigiert werden und hielten diese Korrektur 1 Jahr postoperativ mit 69,4 Grad. Nach 2 Jahren stieg der Mittelwert auf 73,3 Grad an. Nach 3 Jahren lag er bei 74,0 Grad. Die letzten Aufnahmen zeigten einen Mittelwert von 75,9 Grad.

Bei 55 Fällen lag der Ausgangswinkel zwischen 40 Grad und 59 Grad (Abb. 8 a). Vom präoperativen Mittelwert von 49,4 Grad konnten sie durch die Operation auf 44,8 Grad aufgerichtet werden. Nach 1 Jahr lag der Durchschnittswert der Krümmung bei 47,1 Grad, nach 2 Jahren 51,6 Grad und nach 3 Jahren bei 54,8 Grad. Die letzten Aufnahmen zeigten einen Winkel von 54,8 Grad.

59 der Fälle hatten einen Ausgangswinkel zwischen 60 Grad und 79 Grad (Abb. 8 b). Der präoperative Mittelwert von 67,3 Grad konnte postoperativ auf 59,0 Grad verbessert werden. Nach 1 Jahr betrug er 61,1 Grad, nach 2 Jahren 63,4 Grad und nach 3 Jahren 69,3 Grad. Die letzten Aufnahmen ergaben einen Winkel von 73,1 Grad.

38 der idiopathischen Skoliosen hatten Ausgangswinkel zwischen 80 Grad und 99 Grad (Abb. 8 c). Sie konnten im Mittel von 87,1 Grad auf 77,5 Grad postoperativ aufgerichtet werden. Nach 1 Jahr lag der Krümmungswert bei 80,2 Grad, nach 2 Jahren bei 84,1 Grad, nach 3 Jahren bei 85,3 Grad. Die letzten Aufnahmen ergaben einen Wert von 95,6 Grad.

10 Skoliosen aus der idiopathischen Reihe zeigten Ausgangswinkel von 100 Grad und größer (Abb. 8 d). Einem präoperativen Mittelwert von 107,4 Grad stand ein postoperativer von 89,3 Grad gegenüber. 1 Jahr später zeigte sich eine mittlere Krümmung von 91,5 Grad, 2 Jahre später eine Krümmung von 93,8 Grad. Nach

3 Jahren maß der Winkel 91,7 Grad. Die letzten Aufnahmen zeigten einen Wert von 103,0 Grad.

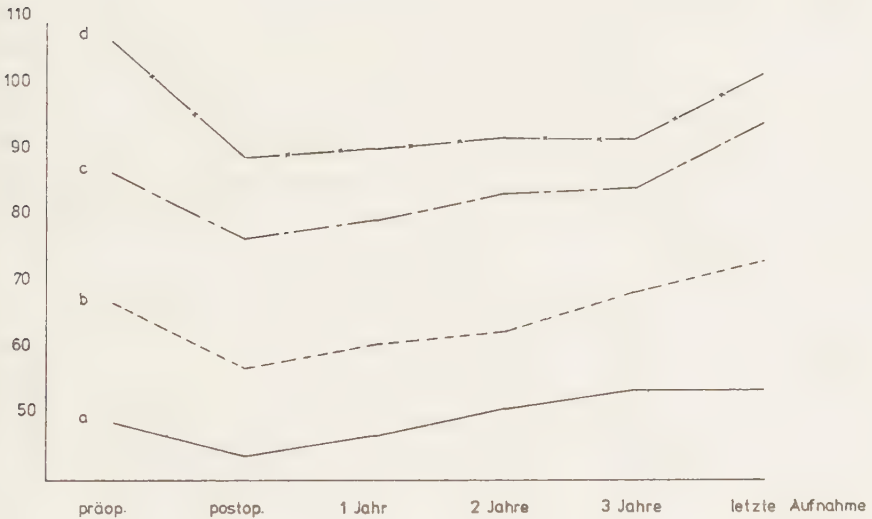


Abb. 8: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für idiopathische Skoliosen mit Ausgangswinkeln von

- a. 40° - 59°
- b. 60° - 79°
- c. 80° - 99°
- d. 100° u. größer

Die durchschnittliche, maximale Aufrichtung der idiopathischen Skoliosen betrug 7,7 Grad (11,5 %). Das Ergebnis konnte nicht gehalten werden, ging 1 Jahr postoperativ auf 5,4 Grad (8,0 %) zurück und erreichte nach 3 Jahren wieder den Ausgangswert.

Die beiden Altersgruppen (bis 18 Jahre, ab 18 Jahre) verhielten sich, bezogen auf die Maximalkorrektur, etwa gleich (11,7 %, 9,5 %), postoperativ zeigte die jüngere Gruppe, die einen um 10,1 Grad geringeren Ausgangswinkel hatte, einen rascheren und stärkeren Korrekturverlust:

Nach 1 Jahr 2,5 Grad (3,8 %) gegenüber 0,3 Grad (0,4 %) bei über 18-Jährigen. Nach 2 Jahren 7,7 Grad (11,6 %) gegenüber 4,2 Grad (5,5 %). Nach 3 Jahren 10,3 Grad (15,5 %) gegenüber 4,3 Grad (6,4 %). Bei den letzten Aufnahmen 16,5 Grad (24,9 %) gegenüber 6,2 Grad (8,1 %).

Bei der Aufteilung nach Schweregraden (40 Grad - 59 Grad, 60 Grad - 79 Grad, 80 Grad - 99 Grad, 100 Grad und mehr) zeigte sich deutlich eine geringere Maximalkorrektur und stärkerer und schnellerer Korrekturverlust bei geringgradiger Ausgangskrüm-mung, wie auch stärkere Maximalausgradung und schwächerer, lang-samerer Korrekturverlust bei stärkeren Verbiegungen (Tab. 8).

Korrekturverlust bei idiopathischen Skoliosen nach				
Ausgangswinkel	1 Jahr	2 Jahren	3 Jahren	bei ltzt.Aufn.
40° - 59°	2.3 (4.7 %)	6.8 (13.7 %)	10.0 (20.2 %)	10.0 (20.2 %)
60° - 79°	2.1 (3.1 %)	4.4 (6.5 %)	10.3 (15.3 %)	14.1 (20.9 %)
80° - 99°	2.7 (3.0 %)	6.6 (7.5 %)	7.8 (8.9 %)	18.1 (20.7 %)
100° u. größer	2.2 (2.0 %)	4.5 (4.1 %)	4.5 (4.1 %)	13.7 (12.7 %)

Tab. 8 Postoperativer Korrekturverlust bei idiopathischen Skoliosen

c. Korrekturergebnisse an Lähmungsskoliosen (Polio)

Gesamtmaterial und Polioskoliosen mit nur einer Krümmung

Die 26 untersuchten Fälle von Polio-Skoliosen (Abb. 9 a) konnten von präoperativ 86,6 Grad auf postoperativ 72,2 Grad aufgerichtet werden (14,4 Grad = 16,6 %). Nach 1 Jahr hatten sie noch nichts von ihrer Aufrichtung verloren (72,2 Grad). Nach 2 Jahren wurden 80,6 Grad gemessen und nach 8 Jahren erreichte die Krümmung einen Wert von 83,7 Grad, der bei der letzten Aufnahme bis auf 96,1 Grad anstieg.

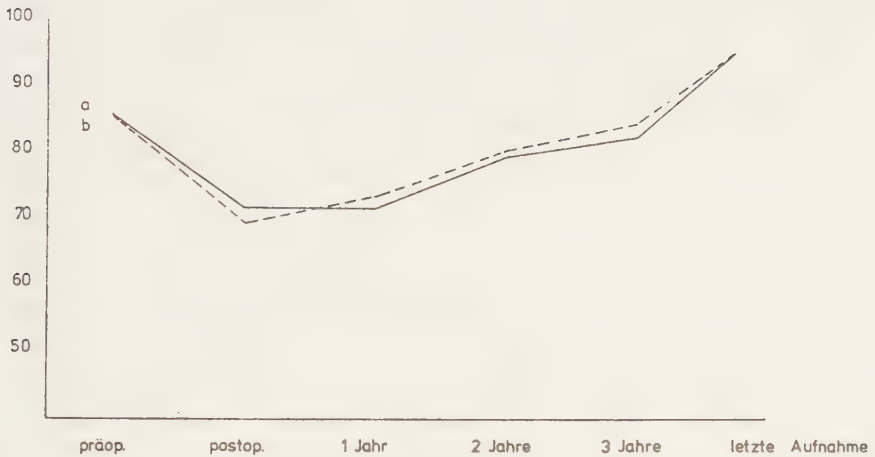


Abb. 9: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für Lähmungsskoliosen

a. gesamt

b. mit nur einer Krümmung

Die 21 Skoliosen mit nur einer Krümmung (Abb. 9 b) zeigten bei einem Ausgangswinkel von 86,5 Grad mit 70,6 Grad zwar eine etwas bessere Maximalkorrektur (15,9 Grad = 18,3 %), sanken jedoch nach 1 Jahr auf 74,4 Grad, nach 2 Jahren auf 81,9 Grad und nach 3 Jahren auf 85,3 Grad zurück. Die letzte Messung ergab 96,1 Grad.

d. Korrekturergebnisse an kongenitalen Skoliosen

Von einem durchschnittlichen Ausgangswinkel von 71,5 Grad konnten die 27 kongenitalen Skoliosen nur auf einen postoperativen Winkel von 64,8 Grad korrigiert werden (6,7 Grad = 9,3 %). Dieser Wert ließ sich über 1 Jahr halten, stieg dann aber nach 2 Jahren auf 75,3 Grad und nach 3 Jahren auf 81,4 Grad an.

Der Korrekturverlust betrug somit nach 3 Jahren 16,6 Grad (23,2 %) (Abb. 10).



Abb. 10: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für kongenitale Skoliosen

e. Korrekturergebnisse in bezug auf die Skoliosenätiologie (unabhängig vom Behandlungsverfahren (Abb. 11)):

Polioskoliosen ließen sich bei einem Ausgangswinkel von 86,6 Grad mit 14,4 Grad (16,6 %) am besten aufrichten, während bei idiopathischen Skoliosen (Ausgangswinkel 67,2 Grad) mit 7,7 Grad (11,5 %) und kongenitalen Skoliosen (Ausgangswinkel 71,6 Grad) mit 6,7 Grad (9,3 %) die postoperative Korrektur geringer war.

Während der Korrekturgewinn bei den idiopathischen Skoliosen nach 1 Jahr auf 5,4 Grad zurücksank, blieb er bei den anderen Gruppen zunächst erhalten. Später trat bei allen Gruppen ein deutlicher Verlust auf. Nach 2 Jahren betrug die Korrektur bei den Lähmungsskoliosen 6,0 Grad (6,9 %), bei den kongenitalen zeigte sich schon wieder eine Progredienz von 3,7 Grad (-5,5 %),

die idiopathischen waren auf ihren präoperativen Ausgangswert zurückgesunken. Nach 3 Jahren ist bei der idiopathischen Gruppe 1,7 Grad (-2,5 %) und bei der kongenitalen Gruppe 9,8 Grad (-13,6 %) echte Progredienz nachweisbar, während bei Polio-Skoliosen noch eine Korrektur von 2,9 Grad (3,3 %) zu verzeichnen ist.



Abb. 11: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für

- a. idiopathische Skoliosen
- b. kongenitale Skoliosen
- c. Lähmungsskoliosen (Polio)

f. Korrekturergebnisse an rechtskonvexen idiopathischen Thorakalskoliosen

15 Fälle von rechtskonvexer, idiopathischer Thorakalskoliose wurden ausschließlich mit Korsett vorbehandelt (Abb. 12 b). Bei einem Ausgangswinkel von 71,5 Grad erreichte man eine maximale Korrektur von 17,2 Grad (24,0 %).

1 Jahr später verstärkte sich die Krümmung auf 55,9 Grad, nach 2 Jahren auf 62,2 Grad und nach 3 Jahren auf 70,2 Grad. Dies entspricht Korrekturverlusten von 1,6 Grad (2,2 %), 7,9 Grad

(11,0 %) und 15,9 Grad (22,2 %). Nach 3 Jahren war also der Ausgangswinkel wieder erreicht.

Die 35 Fälle, die mit einer Kombination von Korsett und Gips vorbehandelt wurden (Abb. 12 a), ließen bei einem Ausgangswinkel von 67,3 Grad eine Maximalkorrektur von 6,9 Grad (10,3 %) zu. Nach 1 Jahr wurde 62,7 Grad, nach 2 Jahren 60,0 Grad, nach 3 Jahren 71,2 Grad gemessen.

Der Korrekturverlust war somit 2,3 Grad (3,4 %) im ersten, 5,6 Grad (8,3 %) im zweiten und 10,8 Grad (16,0 %) im 3. Jahr. Es mußte also eine Progredienz von 3,9 Grad (5,8 %) hingenommen werden.

Die lockeren Skoliosen, die nur mit Korsett vorbehandelt waren, ließen sich leichter korrigieren, zeigten aber auch geringere Stabilität nach der Versteifung als die Gruppe, die wegen ihrer Rigidität mit Korsett und Gips versorgt werden mußte, die im Verlauf dann aber auch die größere Stabilität aufwies.



Abb. 12: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für idiopathische rechtskonvexe Thorakalskoliosen nach Vorbehandlung mit
 a. Kombination von Korsett und Gips
 b. Korsett

23 idiopathische rechtskonvexe Thorakalskoliosen mit Ausgangswinkeln zwischen 60 Grad und 99 Grad wurden ohne HARRINGTON-Instrumentarium nach der Methode von Max LANGE operiert (Abb. 13a). Der mittlere, präoperative Ausgangswinkel von 73,4 Grad ließ sich postoperativ auf 66,1 Grad verringern, was einer Maximalkorrektur von 7,3 Grad (9,9 %) entspricht.

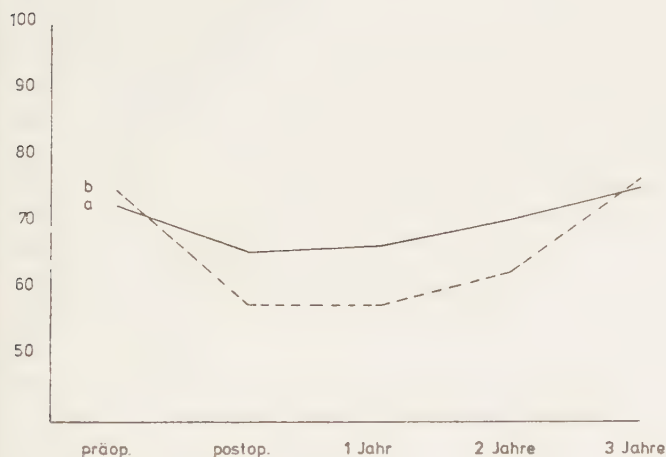


Abb. 13: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für idiopathische rechtskonvexe Thorakalskoliosen mit Ausgangswinkeln von 60 - 99 Grad

a. ohne Harrington-Instrumentarium

b. mit Harrington-Instrumentarium

Während des postoperativen Verlaufs wurden nach einem Jahr 67,5 Grad, nach 2 Jahren 71,1 Grad und nach 3 Jahren 76,5 Grad gemessen. Der entsprechende Korrekturverlust war 1,4 Grad (1,9 %), 5,0 Grad (6,8 %) und 19,4 Grad (14,1 %). Nach 3 Jahren ergab sich also eine Progredienz von 3,1 Grad (4,2 %).

12 Patienten der gleichen Schweregrade wurden mit HARRINGTON-Instrumentarium operiert (Abb. 13 b). Bei einem Ausgangswinkel von 75,3 Grad, einer maximalen Korrektur um 17,1 Grad (22,7 %) auf 58,2 Grad verstärkte sich die Krümmung 1 Jahr postoperativ auf 58,7 Grad, nach 2 Jahren auf 63,7 Grad und nach 3 Jahren auf

77,6 Grad. Die entsprechenden Korrekturverluste betrugen 0,5 Grad (0,7 %), 5,5 Grad (7,3 %) und 19,4 Grad (25,8 %). Eine geringe Progredienz von 2,3 Grad (3,1 %) mußte nach 3 Jahren hin- genommen werden.

12 schwere, rechtskonvexe idiopathische Thorakalskoliosen mit Ausgangswinkeln von 100 Grad und größer (Mittelwert 106,8 Grad) wurden nach Max LANGE behandelt (Abb. 14 a). Sie wurden um 24,6 Grad (23 %) auf 82,2 Grad aufgerichtet. Die Korrektur ging nach 1 Jahr auf 90,8 Grad, nach 2 Jahren auf 91,0 Grad und nach 3 Jahren auf 103,0 Grad zurück. Das entspricht Korrekturverlusten von 8,6 Grad (8,1 %), 8,8 Grad (8,2 %) und 20,8 Grad (19,4 %). Der endgültige Korrekturgewinn war 3,8 Grad (3,6 %).



Abb. 14: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für idiopathische rechtskonvexe Thorakalskoliosen mit Ausgangswinkeln von 100 Grad und größer

- a. ohne Harrington-Instrumentarium
- b. mit Harrington-Instrumentarium

Mit dem HARRINGTON-Instrumentarium wurden 18 Fälle mit Ausgangswinkeln von 100 Grad und größer (Mittelwert 116,2 Grad) behandelt (Abb. 14 b). Die durchschnittliche Maximalkorrektur auf 60,4 Grad betrug hier 55,8 Grad (48 %). Nach 1 Jahr wurden 69,0 Grad, nach 2 Jahren 69,5 Grad und nach 3 Jahren 70,0 Grad gemessen, was Korrekturverluste von 8,6 Grad (7,4 %), 9,1 Grad (7,8 %) und 9,6 Grad (8,2 %) ergibt. Der endgültige Korrekturgewinn war 46,2 Grad (39,8 %).

11 thoracale Lähmungsskoliosen (Polio) hatten vor der LANGE'schen Operation Ausgangswinkel von 100 Grad und größer (Mittelwert 117,6 Grad, Abb. 15 a). Es gelang eine postoperative Korrektur um 28,8 Grad (24,5 %) auf 88,8 Grad. Die Werte stiegen im Laufe von 3 Jahren auf 95,3 Grad, 96,3 Grad und 96,4 Grad, was einem Korrekturverlust von 6,5 Grad (5,5 %), 7,5 Grad (6,3 %) und 7,6 Grad (6,5 %) entspricht. Der endgültige Korrekturgewinn betrug also 21,2 Grad (18,02 %).

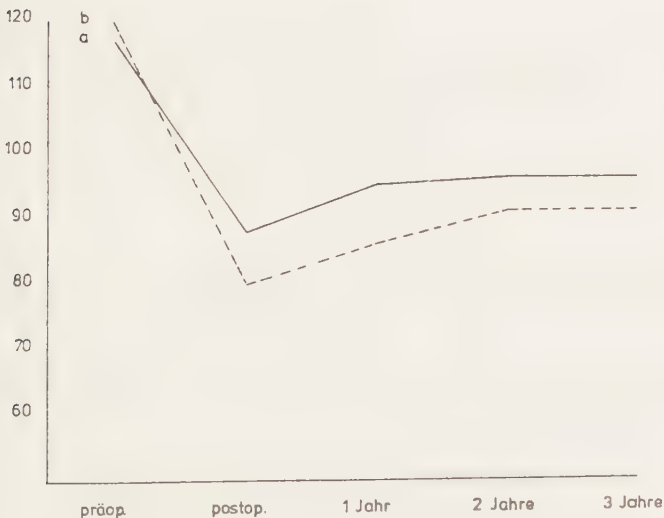


Abb. 15: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für thoracale Lähmungsskoliosen (Polio) mit Ausgangswinkeln von 100 Grad und größer

- a. ohne Harrington-Instrumentarium
- b. mit Harrington-Instrumentarium

Bei 13 Fällen der gleichen Gruppe (Abb. 15 b) wurde das HARRINGTON-Instrumentarium verwendet. Sie konnten von einem mittleren Ausgangswinkel von 120,3 Grad um 39,9 Grad (33,2 %) zum postoperativen Wert von 80,4 Grad korrigiert werden. Ein Jahr nach der Operation wurden 86,4 Grad, 2 Jahre später 91 Grad und 3 Jahre später 91 Grad gemessen, also ein Korrekturverlust von 6,0 Grad (5,0 %), 10,6 Grad (8,8 %) und 10,6 Grad (8,8 %). Damit blieb ein endgültiger Korrekturgewinn von 29,3 Grad (24,4 %).

Die primäre Korrektur ist bei Verwendung des HARRINGTON-Instrumentariums deutlich besser. Bei der Gruppe 60 Grad - 99 Grad Ausgangswinkel um 9,9 Grad. Die schweren thoracalen Skoliosen mit Winkeln von 100 Grad und größer ließen sich gar um 31,2 Grad besser aufrichten. Die hier vergleichbare Gruppe der thoracalen Lähmungsskoliosen über 100 Grad zeigte ebenfalls den Vorteil des HARRINGTON-Verfahrens. Hier betrug die Korrekturdifferenz aber nur 10,5 Grad.

Auch die Stabilität der nach HARRINGTON versorgten Maximalskoliosen ist größer als die nach Max LANGE operierten Vergleichsgruppen. So zeigte sich bei den schweren idiopathischen Thorakalskoliosen nach 3 Jahren ein um 42,4 Grad, bei den thoracalen Lähmungsskoliosen ein um 8,1 Grad besseres Ergebnis.

g. Korrekturergebnisse in Abhängigkeit von der Krümmungsverteilung

Bei 25 idiopathischen Skoliosen überwog die obere Krümmung die untere um mindestens 10 Grad (Abb. 16 a). Der präoperative Mittelwert von 71,3 Grad konnte maximal um 10,1 Grad (14,2 %) verbessert werden. Die Korrektur verringerte sich im ersten und zweiten postoperativen Jahr minimal um 2,4 Grad (3,3 %) bzw. 4,5 Grad (6,3 %), blieb dann aber stationär.

107 der idiopathischen Skoliosen hatten nur eine Krümmung (Abb. 16 c). Der Ausgangswinkel von 70,0 Grad konnte um 8,7 Grad (12,7 %) auf 61,3 Grad verringert werden, vergrößerte sich aber

nach 1 Jahr um 2,5 Grad (3,6 %), nach 2 Jahren um 8,3 Grad (11,8 %) und nach 3 Jahren um 12,6 Grad (18,0 %).

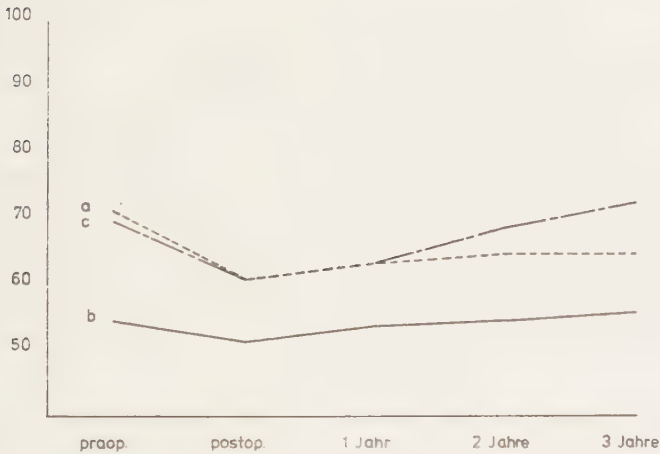


Abb. 16: Verlaufskurve der Winkelwerte prä- bis postoperativ für idiopathische Skoliosen

- a. obere Krümmung überwiegt untere um mindestens 10 Grad
- b. obere gleich unterer Krümmung
- c. nur eine Krümmung

In 32 Fällen hatten die obere und untere Krümmung den gleichen Winkelwert (Abb. 16 b). Bei einem Ausgangswinkel von 54,5 Grad ließ sich eine Korrektur von 2,9 Grad (5,3 %) erreichen. Ein Jahr später wurden 53,3 Grad, 2 Jahre später 54,9 Grad und nach 3 Jahren 55,4 Grad gemessen. Der Ausgangswert war wieder erreicht.

Bei Überwiegen der oberen Krümmung über die untere um mindestens 10 Grad läßt sich gegenüber einbogigen oder s-Skoliosen mit gleicher oberer und unterer Krümmung die größte Primärkorrektur erreichen. Während eines postoperativen Zeitraumes von 1 Jahr verhalten sich alle 3 Gruppen gleich: Sie büßen 2 Grad ihres Korrekturgewinnes ein.

Die 2-bogigen Skoliosen zeigen dann eine gute Stabilität, während die einbogigen einen stetigen und starken Korrekturverlust aufweisen.

h. Zeitpunkt des Wachstumsabschlusses (nach RISSER)

Mit Hilfe des Darmbeinkammapophysenzeichens wurde nach RISSER der Zeitpunkt des Wachstumsabschlusses bestimmt. Bei der Mehrzahl der Patienten war bei der letzten Aufnahme die Apophyse noch nicht vollständig verwachsen. Am häufigsten war - bei beiden Geschlechtern gleich - das Wirbelsäulenwachstum mit 18 Jahren abgeschlossen. Bei unseren Patienten trat ein späterer Apophysenschluß eher mädchenwendig auf.

Zeitpunkt des Wachstumsabschlusses:

	männlich	weiblich
14 Jahre	0	1
15 Jahre	0	1
16 Jahre	0	1
17 Jahre	1	8
18 Jahre	10	17
19 Jahre	2	11
20 Jahre	2	9
21 Jahre	0	2
22 Jahre	1	1
über 22 Jahre	2	1

i. Korrekturergebnisse im Vergleich zu den Erhebungen am Gesamtmaterial der DGOT (1974)

Die Berechnungen der durchschnittlichen Aufrichtung für verschiedene Gruppen wurde den multizentrischen retrospektiven Erhebungen an 1681 in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen (1974) am Gesamtmaterial gegenübergestellt.

Die Aufschlüsselung (Tab. 9) erlaubt auch den Vergleich der mit und ohne HARRINGTON-Instrumentarium operierten Skoliosen.

Anzahl der Fälle	gesamt		mit Harrington		ohne Harrington	
	DGOT 1681	München 225	DGOT 709	München 38	DGOT 972	München 187
Durchschnittliche Aufrichtung der oberen Krümmung	22.3°	11.6°	33.1°	19.0°	19.0°	10.0°
Durchschnittliche Aufrichtung der unteren Krümmung	16.0°	2.4°	21.3°	4.1°	12.2°	2.0°
Durchschnittliche Aufrichtung des Mittelwertes der Krümmungen	19.6°	7.0°	26.0°	11.2°	14.8°	6.1°

Tab. 9 Durchschnittliche Aufrichtung am Gesamtmaterial der Erhebungen der DGOT (1974) und am Gesamtmaterial der Orthopädischen Klinik der Universität München

B. Komplikationen

a. Allgemein

Bei 225 Untersuchungen kam es in 83 Fällen (36,89 %) zu Komplikationen in der präoperativen, intraoperativen oder postoperativen Behandlungsphase (Tab. 10, Seite 50).

Ohne den bewußt als postoperative Komplikation aufgeführten Korrekturverlust über 10 Grad, der einer Pseudarthrose gleichgesetzt wurde, würde die Komplikationsrate 9,78 % betragen.

Fallzahl:	gesamt 225	bis 18. Lj 205	ab 18. Lj 20	ohne Harr. 187	mit Harr. 38
Komplikatio- nen überhaupt	83 (36.9 %)	79 (38.5 %)	4 (20.0 %)	63 (33.7 %)	20 (52.6 %)
<u>Präoperativ:</u>					
Druckgeschwür	5 (2.2 %)	4 (1.9 %)	1 (5.0 %)	5 (2.7 %)	0
Andere	4 (1.8 %)	4 (1.9 %)	0	4 (2.1 %)	0
<u>Intraoperativ:</u>					
Bogenbruch, Gelenkfort- satzausriß	8 (3.6 %)	8 (3.9 %)	0	0	8 (21.1 %)
Pneumohämato- thorax	2 (0.9 %)	2 (1.0 %)	0	1 (0.5 %)	1 (2.6 %)
<u>Postoperativ:</u>					
Infektion, tiefe	5 (2.2 %)	5 (2.4 %)	0	2 (1.1 %)	3 (7.9 %)
Dekubitus, innerer	1 (0.4 %)	1 (0.5 %)	0	1 (0.5 %)	0
Hakenausriß	2 (0.9 %)	2 (1.0 %)	0	0	2 (5.3 %)
Stabbruch	3 (1.3 %)	3 (1.5 %)	0	0	3 (7.9 %)
Ileus, Subileus	2 (0.9 %)	2 (1.0 %)	0	2 (1.1 %)	0
Korr.verlust größer 10 Grad	61 (27.1 %)	57 (27.8 %)	4 (20.0 %)	49 (26.2 %)	12 (31.6 %)
Stabentfernung außerplanmäßig	9 (4.0 %)	9 (4.4 %)	0	0	9 (23.7 %)
Andere	8 (3.6 %)	8 (3.9 %)	0	8 (4.3 %)	0

Tab. 10 Art und Verteilung der Komplikationen bei verschiedenen Gruppen

In 5 Fällen (2,22 %) kam es während der präoperativen Gipsbehandlung zu Druckgeschwüren. 4 Fälle (1,78 %) zeigten "andere" präoperative Komplikationen, die jedoch in keinem ursächlichen Zusammenhang mit der diskutierten Krankheit standen (2 Fälle von Appendizitis und je 1 Fall von Varicellen und schwerer Akne vulgaris). Intraoperativ muß von 8 (3,56 %) Bogenbrüchen bzw. Gelenkfortsatzausrissen berichtet werden. In 2 Fällen (0,89 %) kam es zum Pneumothorax nach Eröffnung der Pleura. Lähmungen traten bei dem ganzen umfangreichen Krankengut in keinem Falle auf, Todesfälle waren nicht zu beklagen.

In der postoperativen Phase führt die Pseudarthrosehäufigkeit (= Korrekturverlust größer 10 Grad) mit 61 Fällen (27,11 %). Bei 9 (4 %) Patienten mußte während des Beobachtungszeitraumes der eingesetzte Stab außerplanmäßig entfernt werden. Die Gründe waren in 3 Fällen (1,33 %) der Bruch des Stabes, bei weiteren 3 Patienten (1,33 %) konnte eine Infektion (gesamte Infektionen 5 Patienten = 2,22 %) oder Fistelbildung nur beherrscht werden, nachdem der Stab entfernt war. In ebenfalls 3 Fällen (1,33 %) lockerte sich der obere "hook" oder riß aus, was eine Stabentfernung notwendig machte. Ein Patient (0,44 %) klagte über eine innere Druckstelle über dem oberen Ende des Stabes, bei 2 Kranken (0,89 %) traten Subileuserscheinungen auf. Unter "andere" postoperative Komplikationen (4 %) fielen 3 (1,33 %) nicht tolerierte Fremdspantransplantate, ein (0,44 %) ketonämisches Erbrechen und 5 (2,22 %) röntgenologisch sicher auszumachende Spanbrüche.

Der postoperative Durchschnittszeitraum erstreckte sich über 3,1 Jahre.

Die Gruppe der operierten Skoliosen über 18 Jahre zeigte gegenüber der Vergleichsgruppe unter 18 Jahren ein günstigeres Bild: 20,0 % zu 38,5 % Gesamtkomplikationen. Bei Betrachtung in bezug auf die Operationsmethode läßt sich ein deutliches Überwiegen der Komplikationen bei der HARRINGTON-Operation (52,3 %) gegenüber der Methode nach M. LANGE (33,7 %) feststellen, wobei bei ersterer die intraoperativen Komplikationen im Vordergrund stehen, bei der älteren Methode die prä- und postoperativen Schwie-

rigkeiten. Bei der Betrachtung in Abhängigkeit vom Operationsalter läßt sich in jedem Fall das erhöhte Komplikationsrisiko für die Gruppe der unter 18-Jährigen sehen (ohne HARRINGTON-Instrumentarium 35,1 %/18,8 %, mit HARRINGTON-Instrumentarium 55,9 %/25,0 %).

b. Pseudarthrosen

Der in 61 Fällen (27,1 %) registrierte Korrekturverlust von mehr als 10 Grad, dem eine Pseudarthrose gleichgesetzt wurde, auch wenn sie röntgenologisch und klinisch nicht faßbar schien, bedurfte einer eingehenden Überprüfung.

Es ergab sich, daß die Korrekturverluste bei der Mehrzahl der Fälle innerhalb von 2 postoperativen Jahren größer waren als im späteren Beobachtungszeitraum.

Aufgeschlüsselt nach Operationsmethode und Alter zeigte sich, daß die HARRINGTON-Operation bei weitem die größere Stabilität gewährleistet und das Lebensalter über 18 Jahre eine überproportional geringere Pseudarthrosenrate aufweist (Tab. 11).

Schwere (Grad Cobb)	ohne Harrington			mit Harrington		
	gesamt	bis 18. Lj	ab 18. Lj	gesamt	bis 18. Lj	ab 18. Lj
0° - 9°	14	14	0	3	3	0
10° - 19°	11	10	1	0	0	0
20° - 29°	9	8	1	7	6	1
30° - 39°	2	2	0	1	1	0
über 40°	1	1	0	0	0	0

Tab. 11 Pseudarthrosenhäufigkeit nach Schwere, Operationsmethode und Lebensalter

Betrachtet man die Pseudarthrosenrate in Abhängigkeit der Anzahl der versteiften Segmente (Abb. 17), so steigt die Pseudarthrosengefahr proportional der Länge der Versteifungsstrecke bis zu einer Spondylodese von 11 Segmenten an. Die etwas größere Stabilität der über 12 und 13 Segmente versteiften Skoliosen kann nicht erklärt werden.

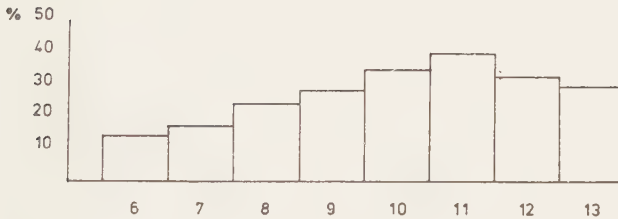


Abb. 17: Pseudarthrosenhäufigkeit nach der Anzahl der versteiften Segmente

7. Diskussion

Bei einem Geschlechtsverhältnis männlich zu weiblich von 1,7/8,3 und einem Krümmungsverhältnis rechtskonvex zu linkskonvex von 8,8/1,2 wurden unsere Skoliosepatienten mit einem durchschnittlichen Lebensalter von 14 - 15 Jahren vergleichsweise spät einer Operation zugeführt, wie Max LANGE (1953) empfahl.

Die Diagnose mit der Verteilung idiopathisch/Lähmung/kongenital wie 7,4/1,2/1,2 wurde in der Mehrzahl der Fälle im 10. - 12. Lebensjahr gestellt. Die Progredienz war also ganz erheblich, so daß bei einem durchschnittlichen präoperativen Verlauf von 2 - 4 Jahren die Operationsindikation gestellt werden mußte.

Es wurde vor der Operation nach Max LANGE eine intensivere präoperative Vorbehandlung durchgeführt, als dies bei der Methode nach HARRINGTON für nötig gehalten wurde.

So wurden im ersten Fall bei einer durchschnittlichen präoperativen Behandlungsdauer von 2 - 4 Monaten Eigenextension nach DUCROQUET und bis zu fünf redressierende Gipse angelegt, während im anderen Fall auf Gipse völlig verzichtet wurde und die Dauer der präoperativen Korrekturbehandlung auf 1 - 3 Monate zurückging. Der Aufrichtungserfolg, der bei der DUCROQUET-Behandlung bekannterweise eng mit der Willensstärke der Patienten korreliert, war im Zwang der Gipsbehandlung größer.

Bei der Fusionsoperation nach Max LANGE hat sich der von ERTL-Span unbestritten bewährt. Die Progredienz konnte aufgehalten werden, was durch diese umfassende und einen langen Beobachtungszeitraum einschließende Untersuchung aufgedeckt wurde. Frühere Untersuchungen an gleicher Stelle (HUBER 1962, HERTEL und WÜRFEL 1969) konnten nicht bestätigt werden. Dagegen gehen die Ergebnisse mit den Studien von MATZEN e.a. (1974, 1975) konform, welche die bessere Aufrichtung mit Hilfe des HARRINGTON-Instrumentariums aufzeigen. Auch die Korrektur ist damit ergiebiger als bei der "Nur"-Spondylodese.

Ob die Verwendung der gleichen Technik und des gleichen Spanmaterials auch beim Einsatz des HARRINGTON-Instrumentariums von Vorteil ist, muß nach Vergleichen mit Operationserfolgen anderer Autoren (MOE und GUSTILIO 1964, GOLDSTEIN 1967, GÖTZE e.a. 1971, MORSCHER 1970 und andere) in Frage gestellt werden.

MATZEN e.a. haben 1974 Möglichkeiten zur Ausreifung des Verfahrens angegeben. Hinzuweisen ist auch auf eine 3-Punkte-Fixation durch Drahtcerclagenzuggurtung (MORSCHER 1973) oder Querzug nach COTREL (1973) und eine Modifikation der Spondylodese, insbesondere durch Verwendung von zusätzlicher Beckenspongiosa (DICKSON und HARRINGTON 1973), Verödung der Wirbelgelenke und Einbeziehung des konvex- und konkavseitigen Wirbelbogens.

Postoperativ stellt sich die Frage, ob nicht durch eine verbesserte Gipsfixation (BAUER 1973, LEIDER e.a. 1973) eine Optimierung der Resultate erreichbar ist. Die detaillierte Betrachtung der mit der Altersverteilung, dem Schweregrad, der Lokalisation, der Ätiologie und dem Wirbelsäulenwachstum korrelierten Resultate läßt einige Besonderheiten erkennen, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll.

Die Untersuchungen am Gesamtmaterial von 225 Skoliosen zeigen im Verlauf keine größeren Unterschiede der Gruppen von über und unter 18 Jahre alten Patienten. Der präoperative Ausgangswinkel lag bei der älteren Gruppe jedoch deutlich höher. Bei der Aufschlüsselung nach Schweregraden zeigten die schweren Skoliosen über 100 Grad mit 16 % die größte Maximalkorrektur und hielten auch postoperativ ihr Ergebnis besser als die geringeren Krümmungen.

Von den idiopathischen Skoliosen erleidet die jüngere Gruppe, bezogen auf die Maximalkorrektur gegenüber der Altersgruppe über 18 Jahre, einen rascheren und stärkeren Korrekturverlust. Bei geringgradiger Ausgangskrümmung zeigt sich eine schlechtere postoperative Aufrichtung und schnellerer Korrekturverlust. Die leichten idiopathischen Skoliosen halten das schlechteste Ergebnis. Ältere weisen eine größere Stabilität auf. Dies rechtfertigt den Rat, nicht wie VIERNSTEIN (1963) lieber zu früh als

zu spät zu operieren, sondern wie Max LANGE (1953) zuzuwarten, zumal eine größere Krümmung relativ besser aufzubiegen und die Korrektur vor allem besser zu halten ist.

Die schlechtere Prognose jüngerer, leichter Skoliosen dürfte auf die noch präsente Progredienzpotenz zurückzuführen sein, die sich nach unseren Ergebnissen auch durch die Versteifung nicht im gewünschten Maße unterdrücken läßt.

Wie SCHULZ und HIRSCH (1973) feststellten, steigt bei nach HARRINGTON operierten geringgradigen Skoliosen die Distractionskraft am stärksten an, wobei gleichzeitig die Verbiegungskorrektur mit zunehmender Ausgradung abnimmt. Da folglich hier die größten Drucke freiwerden, muß auch mit den höchsten postoperativen Verlusten gerechnet werden. Dehnt man den Beobachtungszeitraum auf mehr als 3 Jahre postoperativ aus, so zeigt sich, daß die negative Entwicklung sich zwar verlangsamte, jedoch auch nach durchschnittlich 5,4 Jahren noch nicht zum Stillstand kam. Auch ohne Berücksichtigung der offenkundigen Pseudarthrosen (27,1 %) war der Ausgangswinkel nach 3 Jahren wieder erreicht. Bei alleiniger Betrachtung der idiopathischen Skoliosen sahen wir auch hier deutlich eine geringere Maximalkorrektur und stärkeren und schnelleren Korrekturverlust bei geringgradiger Ausgangskrümmung und bei jüngeren Patienten wie auch bessere Aufrichtung und schwächeren, langsameren Korrekturverlust bei stärkeren Verbiegungen.

Die Aufteilung nach der Ätiologie belegt die bekannte Erfahrung, daß Lähmungsskoliosen besser, kongenitale schlechter als idiopathische aufzurichten sind. Nach 3 Jahren ist bei der idiopathischen Gruppe 2,5 %, bei der kongenitalen Gruppe 13,6 % echte Progredienz zu verzeichnen, während Polioskoliosen noch eine Korrektur von 3,3 % aufweisen.

Da bei früheren Untersuchungen an unserer Klinik (1974) sich die thorakalen Skoliosen durch geringere Korrekturgewinne auszeichneten, wurde diese Gruppe einer eingehenden Betrachtung unterzogen. Die nur mit Korsett vorbehandelten idiopathischen Verkrümmungen setzten den Aufbiegungsversuchen zwar weniger Wider-

stand entgegen, waren im Verlauf aber auch nicht so stabil wie die Gruppe, die wegen ihrer Rigidität mit Korsett und Gips versorgt werden mußte. Hier zeigten sich deutliche Unterschiede der beiden angewandten Operationsmethoden. Thorakalskoliosen geringerer Schweregrade (60 Grad bis 99 Grad) ließen sich mit dem HARRINGTON-Instrumentarium leichter korrigieren. Diese Operationstechnik ist mit einer Maximalkorrektur von 22,7 % der Operation nach LANGE mit 9,9 % im Vorteil.

Sehr große Differenzen zwischen beiden Operationsmethoden wurden bei schwersten Thorakalskoliosen und Polioskoliosen über 100 Grad deutlich. Erstere ließen sich mit dem Stab doppelt so gut aufrichten und hatten einen um 36,2 % größeren endgültigen Korrekturgewinn. Bei letzteren war die postoperative Korrektur um 8,7 % höher, der endgültige Gewinn um 6,2 %.

Das Korrekturergebnis ist abhängig von der Krümmungslokalisation und Verteilung. Überwog die obere Krümmung die untere um mindestens 10 Grad, war die Korrektur postoperativ besser als bei einbogigen oder S-Skoliosen mit gleicher oberer und unterer Krümmung. Die Stabilität ist im späteren Verlauf bei Skoliosen mit gleichmäßig starker oberer und unterer Krümmung wahrscheinlich wegen der ausgewogeneren Statik besser.

Der von anderen Autoren beschriebene frühere Wirbelsäulenwachstumsabschluß analog dem sogenannten RISSER-Zeichen bei Mädchen war bei unseren Patienten nicht gegeben. Die Darmbeinkammapophysen waren bei Mädchen und Knaben meistens im 18. Lebensjahr verwachsen.

Der Vergleich der durchschnittlichen Aufrichtung für verschiedene Gruppen mit den Erhebungen aus Gesamtmaterial der DGOT dokumentiert - bei unterstellter Genauigkeit und Ehrlichkeit der anderen eingegebenen Daten - ein schlechtes Abschneiden der Münchner Klinik, zumal, da die Gesamterhebung die eigenen Werte zu 12,6 % beinhaltet. Unsere Behandlung war also verbesserungswürdig.

Bei diesen Erhebungen wurden alle Unplanmäßigkeiten als Komplikationen erfaßt. Mehr als 2/3 entfallen auf Korrekturverluste über 10 Grad COBB. Auch nicht ursächlich mit der Grundkrankheit zusammenhängende Unregelmäßigkeiten, wie z.B. präoperative Appendizitiden oder Varizellen, wurden mit berücksichtigt, so daß sich bei näherer Betrachtung eine erfreulich geringe Komplikationsrate ergibt, die um 7,8 % unter der des Gesamtmaterials der Untersuchungen der DGOT (1974) liegt. Als begrenzender Faktor bei präoperativer und operativer Korrektur kann die Komplikationsdichte somit nicht angeführt werden. Eine kräftigere präoperative Redression ist daher vertretbar.

Die Häufigkeit von Komplikationen liegt bei der HARRINGTON-Methode um 28,6 % deutlich höher. Während nach der Methode nach Max LANGE die präoperativen Komplikationen im Vordergrund stehen, überwiegen bei einer Stabimplantation die intra- und postoperativen Schwierigkeiten. Max LANGE, der 1968 vor der Infektionsgefahr beim Einbau solch großer Fremdkörper warnte, hat Recht behalten: Es traten 6,8 % mehr tiefe Infektionen auf, die meist eine Entfernung des Stabes notwendig machten, durch gezielte Antibiotikagabe aber gut beherrscht werden konnten. Dreimal brach der Distraktionsstab, doch muß der Bruch nicht zwangsläufig auf mechanisch ungünstiger Implantation oder ungenügender Stabilisierung der Krümmung beruhen, sondern ist auch auf technischen Ursachen des Stabes selbst begründet (JANSEN und DIETSCHI 1974).

In jedem Fall läßt sich bei einem Operationsalter von über 18 Jahren ein geringeres Komplikationsrisiko sehen. Die Angaben über die Häufigkeit von Pseudarthrosen schwanken in der Literatur je nach Untersuchungstechnik. Am häufigsten ließen sich Pseudarthrosen durch Umkrümmungs- und Schrägaufnahmen aufdecken. Diese wurden bei uns, um die an sich schon große Strahlenbelastung gering zu halten, routinemäßig nicht durchgeführt. Um trotzdem vergleichbares Material zu erhalten, wurde in Übereinstimmung mit der DGOT auch ein Korrekturverlust von mehr als 10 Grad einer Pseudarthrose gleichgesetzt.

Die Pseudarthrosenrate lag beim erwachsenen Patienten und beim nach HARRINGTON Operierten deutlich niedriger, bei dem, falls es zu keinem postoperativen Wachstum der Wirbelsäule oder zum Stabbruch kommt, ein größerer Korrekturverlust nur durch Hakendislokation zustande kommen kann. Dislokationen können durch Knochenarrosion oder Abrutschen des Hakens erklärt werden. Die Arrosion ist nur durch konsequente Entlastung zu verhindern, dem Abrutschen kann durch Fixation des Krümmungsscheitels (3-Punkte-Fixation durch COTREL-Gips oder Drahtcerclage) vorgebeugt werden (K. MATZEN 1974).

Daß bei einer Langzeitstudie die Relation zwischen Beobachtungsdauer und Patientenzahl, die noch zur Nachuntersuchung erscheint, umgekehrt proportional ist, mag vom Wissenschaftlichen her zu bedauern sein, aus der Sicht des Therapeuten ist es eine erfreuliche Tatsache. Die Ursache dürfte in der Diskrepanz zwischen röntgenologischer Begradigung und klinischem Erscheinungsbild (Abb. 18) liegen, die wir mit anderen (LANGE, HUBER 1962) beobachteten. Bei gutem kosmetischen Ergebnis kann eine geringere, röntgenologisch faßbare Aufrichtung vorliegen.

Der Erfolg für den Patienten liegt in der fehlenden Progredienz über den Ausgangswinkel hinaus und in der Schmerzfreiheit.



Abb. 18: Diskrepanz zwischen Röntgenbefund und kosmetischem Ergebnis

Schlußfolgerungen

Das Aufdecken von Möglichkeiten zur weiteren Vervollkommnung der Behandlungsmethode ist ein Ergebnis der angestellten Erhebungen:

1. Die präoperative Aufrichtung sollte über die auf Eigeninitiative angewiesene DUCROQUET-Behandlung hinaus intensiviert werden.
2. Eine zu frühe Operation ist in bezug auf das Lebensalter, auf die Krümmungsentwicklung und die Komplikationsrate abzulehnen.
3. Dem HARRINGTON-Verfahren ist eindeutig der Vorzug einzuräumen.
4. Auf den von ERTL-Span sollte zugunsten in großer Menge eingebrachter Beckenkammpongiosa verzichtet werden.
5. Eine intra- und postoperative zusätzliche Fixation am Scheitelpunkt (COTREL-EDF-Gips und Drahtcerclage bzw. Querszug) läßt bessere Ergebnisse erwarten.

8. Zusammenfassung

In einer vergleichenden Langzeituntersuchung wurden 225 an der Orthopädischen Klinik der Universität München in den Jahren 1960 bis 1973 in der Technik nach Max LANGE und unter Verwendung des HARRINGTON-Instrumentariums operierte Skoliosepatienten untersucht. Pro Person standen 160 eindeutige Merkmalspositionen zur Verfügung. Die Erhebungen erstreckten sich auf Diagnosen, Alter bei Erkennung und Korrekturbeginn, präoperative Korrekturverfahren, Operationsverfahren, Art und Dauer der postoperativen Behandlung, Verlauf der prä- und postoperativen Krümmungswinkelwerte und Beziehung zum Skelettalter. Es zeigte sich die Überlegenheit des HARRINGTON-Verfahrens und die Problematik einer früheren Versteifung, sowohl in bezug auf die Krümmungsentwicklung als auch auf das Lebensalter. Eine Modifikation der derzeitigen Operationsmethode wird angeraten.

9. Literaturverzeichnis

Aeppli, U.:

Das Ergebnis der Spondylodese bei Skoliosen Jugendlicher im Hinblick auf die Lungenfunktion

Arch. Orthop. Unfall-Chir. 56 (1964) 155

Albee, F.H.:

Die Albee'sche Operation als Behandlung der Skoliose

Surg. Gyn.Obstetr. 66 (1938) 797

Allan, F.G.:

Scoliosis: Operative Correction of Fixed Curves

J. Bone Jt. Surg. 36-B (1954) 145

Bauer, R.:

Preoperative Correlation and Postoperative Fixation Using Harrington Instrumentation

In: Operative Treatment of Scoliosis

Hrsg. G. Chapchal; Stuttgart: G. Thieme 1973

Becker, I.; Kuhn, H.M.; Wenz, W.; Willich, E.:

Radiologie und Strahlenschutz

Springer, Heidelberg (1972)

Bergk, K.H.:

Diagnostik der seitlichen Wirbelsäulenverbiegungen

Klinikerzt I (1974) 249

Blount, W.P.:

Das Milwaukeekorsett

Zschr. Orthop. 84 (1954) 221

Blount, W.P.; Schmidt, A.C.:

Making the Milwaukee-Brace

J. Bone Surg. 40-A (1958) 526

Blount, W.P.; Moe, J.H.:

The Milwaukee-Brace

Baltimore: Williams and Wilkins 1973

Bohne, O.S.:

Zur Behandlung der Skoliose und über die Grenzen ihrer Behandlungsmöglichkeiten

Zschr. Orthop. 80 (1951) 71

Brodgen, W.E.:

Review of 100 Cases of Scoliosis Treated by Spine Fusion

J. Bone Jt.Surg. 18-A (1936) 1027

Cobb, J.R.:

Outline for the study of scoliosis

In: The American Academy of Orthop. Surg.

Instructional course lectures 5 (1948) 261

J.W. Edwards Ann Arbor Michigan

Cobb, J.R.:

"Technique, after-treatment, and results of spine fusion for scoliosis"

Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthop. Surg. Vol. 9 (1952) 65

Cotrel, Y.; Morel, G.:

La technique de L-E-D-F dans la correction des scolioses

Rev. chir. orthop. 50 (1964) 59

Cotrel, Y.:

A New Technique of Correction and Fusion

Isr. J. Med. Sci 9 (1973) 791 - 6

DGOT:

Multizentrische retrospektive Erhebung an 1681 in den Jahren 1960 - 1973 operativ von dorsal versteiften Skoliosen (1974)

Dickson, J.H.; Harrington, P.R.:

The Evolution of the Harrington Instrumentation Technique in Scoliosis

J. Bone Jt. 55-A (1973) 993

Dwyer, A.F.:

Experience of Anterior Correction of Scoliosis

Clin. Orthop. 93 (Jun. 73) 191 - 214

Dwyer, A.F. et al.:

Anterior Approach to Scoliosis. Results of Treatment in Fifty-one Cases

J. Bone Jt. Surg. 55 (Jul. 73) 983 - 92

Faber, A.:

Untersuchungen über die Erbllichkeit der Skoliose

Arch. Orthop. Chir. 36 (1936) 217

Freundthaller, P.:

Zur Vorbeugung von Gebißdeformitäten bei Milwaukeeemiederbehandlungen

Oest. Z. Stomat. 64 (1967) 89

Freundthaller, P.:

Der Milwaukeeemiederpatient in der zahnärztlichen Praxis

Zahnärztliche Praxis 22 (1971) 222

Frey, E.K.:

Zur operativen Behandlung der Skoliose

Zbl. Chir. 62 (1944) 66

Frisch, J.; Wolf, P.:

Das Zahnstangenextensionskorsett als Versorgung bei der operativen Skoliosebehandlung

Beitr. Orthop. 20 (1973) H2, 124

Götze, H.G.; Immenkamp, M.; Matthiaß, H.H.:

Die operative Behandlung der Skoliose mit dem Harrington-Instrumentarium

Z. Orthop. 109 (1971) 573

Götze, H.G.:

Techniken der operativen Skoliosebehandlung und ihrer Komplikationen

Orthop. 1 (1973) 250

Götze, H.G.:

Harrington-Instrumentarium für Kinder

Mitt. a.d. Orthop. Kongreß Wiesbaden 1976

Goldstein, L.A.:

Results of Treatment of Idiopathic Scoliosis by Harrington
Instrumentarium and Fusion with Large Amounts of Fresh Autogenous
Iliac Bone Grafts

J. Bone Jt. Surg. 49-A

Gruca, A.:

Unsere Erfahrungen mit der Muskelalloplastik bei Skoliosen
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50 Kongr. (1962) 91

Harrington, P.L.:

Treatment of Scoliosis. Correction and Internal Fixation by
Spine Instrumentation

J. Bone. Jt. Surg. 44-A (1962) 591

Heine, J.; Meister, R.:

Skoliose und Lungenfunktion

Z. Orthop. 111 (1973) 669

Heine, J.; Meister, R.:

Quantitative Untersuchungen der Lungenfunktion und der arteriellen
Blutgase bei jugendlichen Skoliotikern mit Hilfe eines
"Funktionsdiagnostischen Minimalprogrammes"

Z. Orthop. 110 (1972) 56

Hibbs, R.H.:

A Report of 59 Cases of Scoliosis Treated by Fusion Operation

J. Bone Jt. Surg. 6-A (1924) 3

Hirsch, C.:

Harrington Rods in Scoliosis

In: Operative Treatment of Scoliosis

Hrsg. G. Chapchal; Stuttgart: G. Thieme 1973

Holzgartner, G.; Chronz, E.; Goerdes, W.:

Einführung eines kieferorthopädischen Gerätes zur Vermeidung
von Gebißdeformierungen bei der Extensionsbehandlung von
Skoliosen

Z. Orthop. 102 (1966) 31

Huber, H.J.:

Ergebnisse der Skoliosenoperation

Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50. Kgr. (1962) 65

Jäger, M.:

Technik und Ergebnisse der operativen Skoliosebehandlung

Wiss. Z.d. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

XX (1972) 361

Jäger, M.:

Persönliche Mitteilungen München (1975)

James, I.P.:

Prognosis and Treatment of Idiopathic Scoliosis

J. Bone Jt. Surg. 36-B (1954) 36

James, I.P.:

Idiopathic Scoliosis

J. Bone Jt. Surg. 36-B (1954) 36

James, I.P.:

Scoliosis

Edinburgh-London E. u. S. Livingston Ltd. (1967)

Jentschura, G.:

Die Rückgratverkrümmung bei Neurofibromatosis Recklinghausen

Zschr. Orthop. 81 (1952)

Jentschura, G.:

Klinik der Skoliose

Handbuch d. Orthopädie Bd. II (1958) 237, Thieme, Stuttgart

Kaiser, G.:

Skoliosen

Beitrag Orthop. u. Traumat. 8 (1961) 575

Kaiser, G.:

Die Skoliosen

Lehrbuch d. Orthopädie P.F. Matzen, Bd. II (1967),

Volk und Gesundheit Berlin

Krukenberg, H.:

Über die Behandlung schwerer Skoliosen
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. H. 13 (1914) 177

Lange, M.:

Zum Problem der operativen Behandlung der Skoliose
Zschr. Orthop. 81 (1952) 179

Lange, M.:

Die operative Behandlung der Skoliose
Med. Klinik (1956) 1817

Lange, M.:

Die versteifenden Wirbelsäulenoperationen. Ihr Anwendungsgebiet
und ihre Technik
Chirug. 27 (1956) 412

Lange, M.:

Zit. bei Mau, H. (1959), (1953)

Lange, M.:

Die operative Behandlung der Skoliose
Zschr. Orthop. 88 (1957) 41

Lange, M.:

Internistische Behandlungen bei Skoliosen
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50. Kgr. (1962) 47

Lange, M.; Hibb, E.:

Die seitlichen Wirbelsäulenverbiegungen
Lehrbuch Orthop. u. Traumat. Bd. II, (1965) 2
Ferdinand Enke Verlag

Lange, M.:

Orthopädisch-Chirurgische Operationslehre, Ergänzungsband
München J.F. Bergmann 1968

Leider, L.L.; Moe, J.R.; Winter, J.H.:

Early Ambulation after Surgical Treatment of Idiopathic
Scoliosis
J. Bone Jt. Surg. 55 (1973) 1003

Lindemann, K.; Mau, H.:

Behandlung der Skoliose

In: Hohmann, H.; Hackenbroch, M.; Lindemann, K.:

Handbuch d. Orthop. Bd. II, (1958) 278, Thieme Stuttgart

Lindemann, K.:

Ätiologie und Pathogenese der Skoliose

In: Hohmann, H.; Hackenbroch, M.; Lindemann, K.:

Handbuch d. Orthop. Bd. II, (1958) 160, Thieme Stuttgart

Loeffler, F.:

Tenotomie der langen Rückenstrecker auf der Rippenbuckelseite
bei Skoliosen

Zbl. Chir. 51 (1924) 828

Lübbe, C.:

Die Säuglingsskoliose - ein heilbarer und vermeidbarer Lage-
schaden

J.F. Lehmanns München 1971

Matzen, K.; Fischer, V.; Paulus, W.:

Erfahrungsbericht über 42 Skolioseoperationen mit dem
Instrumentarium nach Harrington

Z. Orthop. 112 (1974) 1062

Matzen, K.; Fischer, V.:

Die operative Skoliosenbehandlung nach Harrington und M. Lange
Arch. Orthop. Unfall. Chir. 82 (1975) 9 - 18

Matzen, P.F.:

Probleme und Prinzipien der operativen Skoliosenbehandlung
Orthop. u. Traum. 10/11 (1961) 606, 8. Jahrg.

Matzen, P.F.:

Unsere Technik der Wirbelsäulenversteifung bei Skoliosen
Zentralbl. Chir. 20 (1965) 763

Matzen, P.F.:

Probleme der operativen Skoliosebehandlung. Abhandl. d. sächs.
Akademie d. Wiss. Leipzig, mat.-nat.-Klasse 50, H. 1 (1968)

Mau, H.:

Die Wirbelsäulenversteifungsoperationen bei der Skoliose und ihre Problematik

Arch. Orthop. Unfall. Chir. 51 (1959) 286

Mau, H.:

Idiopathische Skoliosen - enchondrale Dysostosen

Z. Orthop. 53 (1960) 317

Mau, H.:

Zur Entstehung und Bauchliegebehandlung der sogenannten Säuglingsskoliose und der Hüft dysplasie im Rahmen des "Siebener Syndroms"

Z. Orthop. 100 (1966) 470

Meinecke, R.:

Zwillingsuntersuchungen bei der idiopathischen Skoliose

Beitr. Orthop. 19 (1972) H. 4, 221

Meznik, F.:

Beobachtungen über das Wachstum der Wirbelsäule nach Skolioseoperationen

Z. Orthop. 103 (1967) 530

Meznik, F.:

Zur Indikation der dorsalen Spondylodese bei Skoliosen

Wiener Klin. Wo.Schr. 6 (1971) 89

Meznik, F.; Kümmer, F.:

Skoliose und Lungenfunktion

Z. Orthop. 108 (1970) 382

Michel, C.R.; Bes, J.:

L'operation de Harrington dans le traitement chirurgical des scolioses

Rev. Orthop. 51 (1965) 491

Moe, J.H.:

A Critical Analysis of Methods of Fusion for Scoliosis

J. Bone Surg. 40-A (1958) 529

Moe, J.H.; Gustilio, R.B.:

Treatment of Scoliosis

J. Bone Surg. 46-A (1964) 293

Moe, J.H.; Tambornino, J.M.; Armbrust, E.M.:

Harrington Instrumentation in Correction of Scoliosis

J. Bone Surg. 46-A (1964) 313

Morscher, E.:

Möglichkeiten und Grenzen der Methode nach Harrington in der operativen Skoliosebehandlung

Arch. Orthop. Unfall.Chir. 70 (1971) 136

Morscher, E.:

Moderne Aspekte der operativen Skoliosebehandlung

Sandorama Nürnberg (1974)

Nachemson, A.; Elfström, G.:

Intravital Wireless Telemetry of Axial Forces in Harrington Distraction Rods in Patients with Idiopathic Scoliosis

In: Operative Treatment of Scoliosis

Hrsg. G. Chapchal, Thieme, Stuttgart (1973)

Neugebauer, H.:

Hormonelle Wachstumsbremsung bei idiopathischen Skoliosen

Z. Orthop. 107 (1970) 716

Neugebauer, H.:

Cobb oder Ferguson - Eine Analyse der beiden gebräuchlichsten Röntgenmeßmethoden von Skoliosen

Z. Orthop. 110 (1972) 342

Neugebauer, H.:

Ovulationshemmer und das Wachstum junger Mädchen

Pädiatrie 9 (1974) 40

O'Brien, H.P.; Yau, A.C.M.C.; Smith, T.K.; Hodgson, A.R.:

Halo Pelvic Traction

J. Bone Surg. 53-B Nr. 2 (1971) 217

Osmond-Clarke, H.:

Discussion of Scoliosis

J. Bone Surg. 36-B (1954) 145

Papadopoulos, J.S.:

Röntgenologische Messungen an der Wirbelsäule in der Praxis
und Einführung des Röntgenskoliometers

Orthop. Praxis 2/XIV 49 (1971)

Papadopoulos, J.S.:

Holotopometer by Byk Gulden Pharmazeutika (1973)

Quenau:

Zit. bei Lange (1957)

Rathke, F.W.:

Spezielle Pathogenese der Skoliose

Handbuch der Orthop., Bd. II (1958) 188, Thieme Stuttgart

Reinhardt, K.:

Gesichtspunkte aus der Beobachtung von Skoliosen bei Tieren,
aus tierexperimentellen Skoliosen und aus dem Erbgang der
Skoliose für die Bewertung statistischer Ergebnisse bei der
Skoliose des Menschen

Arch. Orth. Unfall.Chir. 55 (1963) 247

Reske, W.:

Reflexhaltung als Ursache für Skoliosen

Z. Orthop. 94 (1961) 586

Rippstein, J.:

Die idiopathische Skoliose, therapeutische Betrachtungen
Schweiz. Med. Wo.Schr. 24, Bd. 97 (1967) 768

Risser, J.C.; Ferguson, A.B.:

Scoliosis: Its Prognosis

J. Bone Surg. 18-A (1936) 667

Risser, J.C.; Norquist, D.M.:

A Follow-up Study of the Treatment of Scoliosis

J. Bone Surg. 40-A (1958) 555

Risser, J.C.:

Das Wachstum der Wirbelsäule und seine Beeinflussung durch
versteifende Operationen

Verh. Dtsch. Orthop. Ges. Bd. 45 (1958)

Risser, J.C.:

Scoliosis: Past and Present

J. Bone Surg. 46-A (1964) 167

Risser, J.C.:

Zit. bei Lange

Rompe, G.; Siva, E.; Jahns, E.:

Beobachtungen zur Frage des Längenwachstums operativ versteifter
Wirbelsäulenabschnitte bei Skoliosen

Z. Orthop. 104 (1968) 513

Rompe, G.; Koester, G.:

Grundlagen der krankengymnastischen Behandlung idiopathischer
Skoliosen im Kindesalter

Z. f. Krankengymn. Nr. 9 (1975) 297

Sauerbruch, F.:

Überlegungen zur operativen Behandlung schwerer Skoliosen

Arch. Klin. Chir. 118 (1921) 550

Schede, F.:

Der Skoliosenkeim

Z. Orthop. Chir. 49 (1928) 74

Schede, F.:

Beitrag zur Diskussion Mau/Lübbe über die Säuglingsskoliose

Z. Orthop. 103 (1967) 104

Scheier, H.J.G.:

Prognose und Behandlung der Skoliose

Thieme, Stuttgart (1967)

Scheier, H.J.G.:

Zur Verwendung des Instrumentariums von P. Harrington zur
Korrektur und internen Fixation von Skoliosen

Z. Orthop. 106 (1968) 152

Scheier, H.J.G.:

Spondylodese und Wachstum

Z. Orthop. 106 (1969) 430

Scheier, H.J.G.:

Zit. nach Rompe (1974)

Schepelmann, E.:

Skoliosenbehandlung

Arch. Orthop. Unfall-Chir. 23 (1925) 337

Schultz, A.; Hirsch, C.:

Mechanical Analysis of Harrington Rod Correction of Idiopathic Scoliosis

J. Bone Surg. 55-A (1973) 983

Stagnara, P.:

Erfahrungen mit 254 Skoliosearthrodesen nach Redression

Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50 (1962) 130

Stearns, G.; Ponseti, I.V.; Chen, J.; McKinley, J.B.:

Metabolic Studies of Children with Idiopathic Scoliosis

J. Bone Surg. 37-A (1955) 1028

Unger, H.:

Angeborene Systemerkrankungen des Skeletts

In: Matzen, P.F.: Lehrbuch der Orthop. I (1967)

Volk und Gesundheit, Berlin

Viernstein, K.:

Operative Behandlung der Skoliose

Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50. Congr. München (1962)

Viernstein, K.; Göb, A.; Rosemeyer, B.:

Fortschritte der Skoliosebehandlung

Münchner Med. Wschr. 116 (1974) Nr. 6, 281

Vizkelety, T.; Glauber, A.:

Modifiziertes Milwaukeekorsett

Z. Orthop. 103 (1967) 258

Wenger, H.L.:

Korrekturoperation der Wirbelsäulenskoliose mittels einer
windenartigen Distractionsschiene

Arch. Surg. 83 (1961) 901

Wilhelm, R.:

Die Frühbehandlung der Skoliose, eine dringliche Forderung

Z. Orthop. 86 (1955) 221

Wirka, H.:

Cast Syndrom

J. Bone Surg. 46-A (1964) 154

Witt, A.N.:

Operative Behandlung der Skoliose

Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50. Kongr. (1962) 122

Witt, A.N.; Cotta, H.; Hohmann, D.:

Experimentelle Untersuchungen der metallischen Osteosynthese
der Wirbelsäule unter Bezugnahme auf die praktische Anwendung

Arch. Orthop. Unfall-Chir. 51 (1960) 410

Witt, A.N.:

Persönliche Mitteilungen

München (1975)

Wittek, A.:

Operative Behandlungsversuche der Skoliose

Z. Orthop. Chir. 44 (1923) 226

Zielke, K.:

Hakenhalter zum Outtrigger des Harrington-Instrumentariums

Z. Orthop. 109 (1971) 340

Zielke, K.; Pellin, B.:

Special Instruments for Insertion of the Harrington Rod

Orthop. Surg. a. Traumat. 291 (1972) 1107

Zielke, K.:

Konservative prä- und postoperative Behandlung der Skoliose

Technik in der Medizin 6 (1973) 177

Zielke, K.:

Die operative Behandlung der Skoliose. Indikation und Technik
Technik in der Medizin (1974) 14

Herrn Professor Dr. med. A.N. W I T T, Direktor der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universität München danke ich für die Übernahme des Coreferates und für die Möglichkeit, an seiner Klinik die Dissertation durchzuführen.

Herrn Professor Dr. med. M. J Ä G E R bin ich für die Überlassung des Themas, für zahlreiche Ratschläge und Anregungen, sowie für die Korrektur der Arbeit zu Dank verpflichtet.

Herrn Dr. med. K. M A T Z E N danke ich sehr herzlich für seine Betreuung, für seine bereitwillig gegebenen Anregungen und seinen Rat zur technischen Durchführung der Arbeit.

Lebenslauf .

Als drittes Kind des Veterinärdirektors Dr. med. vet. Paul Popp und seiner Ehefrau Gerhardine, geb. Trogisch, wurde ich, Ullrich Popp, am 13. März 1947 in Oberviechtach geboren.

Nach vierjähriger Volksschulzeit in München besuchte ich das Humanistische Gymnasium in Rosenheim und legte dort meine Reifeprüfung am 23. Juli 1968 ab.

Vom 2. Januar 1969 bis 25. Mai 1970 leistete ich als Wehrpflichtiger meinen Wehrdienst bei der Bundeswehr ab.

Im Wintersemester 1970/71 begann ich das Medizinstudium an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München. Nach dem Vorphysikum am 13. Oktober 1971 und dem Physikum am 10. April 1973 beendete ich mein Studium hier mit dem Staatsexamen am 8. Juni 1976.

Seit dem 1. November 1976 arbeite ich als Medizinalassistent am Städtischen Krankenhaus Rosenheim.

